

**SISTEM KONTROL DAN *MONITORING* KUALITAS AIR TAMBAK
UDANG WINDU DENGAN METODE *FUZZY LOGIC CONTROL*
MENGUNAKAN MIKROKONTROLER NI MYRIO**

SKRIPSI

KEMINATAN TEKNIK KOMPUTER

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun oleh:
Ayu Samura
NIM: 135150300111070



PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018

PENGESAHAN

SISTEM KONTROL DAN *MONITORING* KUALITAS AIR TAMBAK UDANG WINDU
DENGAN METODE *FUZZY LOGIC CONTROL* MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER
NI MYRIO

SKRIPSI

KEMINATAN TEKNIK KOMPUTER

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun Oleh :

Ayu Samura

NIM: 135150300111070

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
17 Januari 2018

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Wijaya Kurniawan, S.T, M.T
NIP: 19820125 201504 1 002

Gembong Edhi Setyawan, S.T, M.T
NIK: 201208 761201 1 001

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Informatika



Tri Astoto Kurniawan, S.T, M.T, Ph.D
NIP: 19740518 200312 1 001

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila ternyata didalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiasi, saya bersedia skripsi ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (sarjana) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, 17 Januari 2018



Ayu Samura

NIM: 135150300111070

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmatnya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Skripsi dengan judul “SISTEM KONTROL DAN *MONITORING* KUALITAS AIR TAMBAK UDANG WINDU DENGAN METODE *FUZZY LOGIC CONTROL* MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER NI MYRIO” untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana Komputer.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah bersedia untuk memberikan bantuan demi kelancaran penyusunan skripsi ini, diantaranya:

1. Kedua orang tua penulis Bapak (Alm) **La Adumani Wabula** dan Ibu (Almh) **Halimah Tomia**, yang telah memberikan yang terbaik untuk penulis, sehingga tetap berdiri sampai pada tahap ini.
2. Motivator utama penulis: **Abang Yasin, Ka ani, Ka ana, Abang Muluk, Abang Rahman, Abang Kahfi, Om ucu, Mba Rini**, yang telah memberikan kepercayaan dan nasehat untuk penulis.
3. Bapak **Wijaya Kurniawan, S.T, M.T** selaku dosen pembimbing satu yang telah memberikan ilmu, saran, dan motivasi kepada penulis.
4. Bapak **Gembong Edhi Setyawan, S.T, M.T** selaku dosen pembimbing dua sekaligus penasehat akademik yang telah memberikan ilmu dan membantu dalam penyusunan laporan penulis.
5. Bapak **Heru Nurwarsito, Ir., M.Kom** selaku Wakil Dekan Akademik Fakultas Ilmu Komputer.
6. Bapak **Tri Astoto Kurniawan, S.T, M.T, Ph.D** selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer.
7. Bapak **Sabriansyah Rizqika Akbar, S.T, M.Eng** selaku Ketua Prodi Teknik Komputer Fakultas Ilmu Komputer.
8. Keluarga penulis di Malang: **Bapak dan Ibu Saman, Om Yani** yang telah membantu penulis selama kuliah di Malang.
9. Dulur Omek Ceria : **Oktaviany Setyowati, Putri Iaras Rinjani, Ivana Agustina, Rint Zata Amani, Rizqy Maulana, Adit Ilham Nugroho, Nashir Umam Hasbi, La Ode Muh. Fadlun Akbar, Wirafadil Nugraha, Falachudin Akbar**, Terima kasih telah menemani penulis dalam suka dan duka selama kuliah.
10. Dulur Tekom : **Mas Pamungkas, Mas Helmi, Mas Budi, Mba Yuni, Mba Dimel, Ikhwan Zulfi, Retno, Nafisa, Koko, Mba Anggi, Mba Pipit, Kabinet Gemol, Kabinet Akur, Kabinet Salukuy, PSDM, Tekom 2013, Tekom 2014, Tekom 2016** Terima kasih atas pengalaman berharga selama kuliah.

11. Dulur kost : **Bude Era, Mba Ciwi, Dilah, Dinda, Mutia, Adawia Gurdam, Grup 611kk.**
12. Dulur futsal : **Mba Dina, Mba Eliya, Mba Yasmin, Ka Coy, Mas Nicky, Mas Dedi, Ica, Ana, Christy, Jumer, Adik futsal** angkatan 2015 dan 2016.
13. **Mba Ririn, Reza Hastuti, Katherin Indriawati** yang menjadi tempat bertanya penulis saat penelitian.
14. CL Squad 2012 : **Ponco Wiguna, Khoirul Fikri, Aras Nizamul, Fauzi Awal Ramadhan, Wingga, Arryca,** yang telah membantu penulis membuat sensor kekeruhan.
15. **Mohammad Fajar Mustofa, S.E, Aninditya Nugroho, S.T, Franciscus Priharsono, S.Kom, Bapak CS Gedung C Filkom** yang telah membantu menyediakan fasilitas kepada penulis selama skripsi.
16. Seluruh civitas akademika, kemahasiswaan dan perlengkapan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya yang telah memberikan bantuan dan dukungan selama menyelesaikan skripsi ini.
17. Semua pihak yang telah membantu dan berbagi ilmu dalam penyelesaian penelitian ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Malang, 17 Januari 2018

Penulis

samuraayu@gmail.com

ABSTRAK

Ayu Samura, Sistem Kontrol dan *Monitoring* Kualitas Air Tambak Udang Windu Dengan Metode *Fuzzy Logic Control* Menggunakan Mikrokontroler NI myRIO

Pembimbing : Wijaya Kurniawan, S.T, M.T dan Gembong Edhi Setyawan, S.T, M.T

Kualitas air tambak merupakan faktor yang sangat penting untuk kelangsungan hidup dan produktivitas budidaya udang windu. Kualitas air tambak yang baik dapat dilihat dari parameter fisika yaitu suhu air, salinitas, dan kekeruhan air. Buruknya kualitas air dapat menyebabkan menurunnya nafsu makan udang, penggemukan udang menjadi lambat, dan mudah terserang penyakit. Untuk menghindari masalah-masalah tersebut, penulis mengusulkan sebuah sistem *embedded* yang dapat melakukan *monitoring* dan kontroling kualitas air tambak berdasarkan parameter suhu, salinitas dan kekeruhan air. Pengontrolan dan *monitoring* menggunakan mikrokontroler NI myRIO-1900 dengan metode *Fuzzy Logic Controller*. Selain itu, sistem ini juga dapat menyimpan hasil data monitoing dan kontroling yang telah dilakukan. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, sistem dapat melakukan *monitoring* terhadap suhu, salinitas dan kekeruhan dengan rata-rata waktu stabil 241.67 detik. Untuk penentuan kualitas air tambak menggunakan metode *Fuzzy Logic Controller* dengan tiga *membership* dan lima *membership* yang dibandingkan dengan perhitungan manual memperoleh hasil fuzzy dengan lima *membership* jauh lebih akurat dengan perbedaan 0.51, sedangkan fuzzy tiga *membership* menghasilkan perbedaan 3.22. Fungsi pengontrolan kualitas air tambak dengan mengontrol putaran pada pompa air (PWM) menghasilkan tingkat kesesuaian yang baik.

Kata kunci: Kualiatas Air,Tambak Udang, *Fuzzy Logic Controller*, NI myRIO.

ABSTRACT

Ayu Samura, Sistem Kontrol dan *Monitoring* Kualitas Air Tambak Udang Windu Dengan Metode *Fuzzy Logic Control* Menggunakan Mikrokontroler NI myRIO

Lecturer : Wijaya Kurniawan, S.T, M.T and Gembong Edhi Setyawan, S.T, M.T

The water quality is a very important factor for the survival and productivity of shrimp farming. The water quality can be seen from the physical parameters of water temperature, salinity, and turbidity. Poor water quality can lead to decreased appetite of shrimp, slow fattening, and susceptible to disease. To avoid these problems, the authors propose an embedded system that can monitoring and controlling the shrimp farm water quality based on temperature, salinity and water turbidity parameters. Microcontroller NI myRIO-1900 with fuzzy logic controller methode are used to control and monitor the water quality of shrimp farm. This sistem can also store the results of monitoring and controlling data that has been done. Based on the test, the sistem can monitor the temperature, salinity and turbidity with an average time stable 241.67 seconds. For determination the shrimp farm water quality using Fuzzy Logic Controller method with three membership and five membership compared to manual calculation obtained fuzzy result with five membership is much more accurate with difference 0.51, while fuzzy with three membership yield difference 3.22. on the water quality control function by controlling the speed of the pump rotation produce a good level conformity.

Keywords : Water Quality, Shrimp Farm, Fuzzy Logic Controller, NI myRIO

DAFTAR ISI

PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Rumusan masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat.....	3
1.5 Batasan masalah	3
1.6 Sistematika pembahasan.....	3
BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Dasar Teori	6
2.2.1 Kualitas Air Tambak.....	6
2.2.2 Kontrol dan <i>Monitoring</i>	8
2.2.3 <i>Filter</i>	9
2.2.4 Sensor	9
2.2.5 <i>Driver Motor</i> L298	12
2.2.6 <i>Pompa Air DC</i>	12
2.2.7 Mikronkontroler NI myRIO.....	13
2.2.8 <i>Pulse Width Modulation (PWM)</i>	14
2.2.9 NI LabVIEW	14
2.2.10 <i>Fuzzy Sistem Designer</i>	19
2.2.11 <i>Fuzzy Logic Controller</i>	20

BAB 3 METODOLOGI	23
3.1 Alur Metode Penelitian	23
3.2 Studi literatur	24
3.3 Rekayasa Kebutuhan.....	24
3.4 Perancangan Sistem.....	24
3.4.1 Perancangan Perangkat Keras.....	24
3.4.2 Perancangan Perangkat Lunak.....	25
3.5 Implementasi	25
3.5.1 Implementasi Perangkat Keras	25
3.5.2 Implementasi Perangkat Lunak.....	25
3.6 Pengujian dan Analisis Hasil.....	25
3.7 Kesimpulan.....	26
BAB 4 REKAYASA KEBUTUHAN	27
4.1 Deskripsi Umum Sistem	27
4.2 Analisis Kebutuhan Sistem.....	28
4.2.1 Kebutuhan Antarmuka Pengguna	28
4.2.2 Kebutuhan Fungsional.....	28
4.2.3 Kebutuhan Non-Fungsional	29
4.3 Batasan Desain Sistem	32
BAB 5 PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI	33
5.1 Perancangan Sistem.....	33
5.2 Perancangan dan Implementasi perangkat keras	33
5.2.1 Perancangan dan Implementasi <i>Prototype</i> Tambak Udang	33
5.2.2 Perancangan dan Implementasi <i>Filter</i> Air	35
5.2.3 Perancangan dan Implementasi Rangkaian Elektrik.....	36
5.3 Perancangan dan implementasi perangkat lunak	38
5.3.1 Fungsi mengambil dan menampilkan data sensor	39
5.3.2 Fungsi Kontrol logika <i>fuzzy</i>	42
5.3.3 Perancangan dan Implementasi Penyimpanan Data	66
BAB 6 PENGUJIAN DAN ANALISIS.....	69
6.1 Pengujian Fungsional	69
6.1.1 Pengujian Mengambil dan Menampilkan Data Sensor.....	69

6.1.2 Pengujian Fungsi Kontrol <i>Fuzzy</i>	71
6.1.3 Pengujian Simpan Data	81
BAB 7 PENUTUP	83
7.1 Kesimpulan.....	83
7.2 Saran	84
DAFTAR PUSTAKA.....	85
LAMPIRAN A DOKUMENTASI	86



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Parameter Kualitas Air Pemeliharaan Tambak udang	7
Tabel 2.2 Spesifikasi Sensor Suhu	10
Tabel 2.3 Spesifikasi sensor Kekeruhan Air.....	11
Tabel 2.4 Spesifikasi Sensor Salinitas	11
Tabel 2.5 Spesifikasi Motor Driver L298	12
Tabel 2.6 Spesifikasi Pompa DC	13
Tabel 2.7 Spesifikasi NI myRIO	14
Tabel 2.8 kode program	16
Tabel 4.1 Bahan <i>Filter Air</i>	29
Tabel 4.2 Penggunaan <i>Port myRIO-1900</i>	30
Tabel 5.1 Variabel <i>Tiga Membership</i>	43
Tabel 5.2 <i>Rules Fuzzy Tiga Membership</i>	45
Tabel 5.3 Variabel <i>Lima Membership</i>	50
Tabel 5.4 Variabel <i>Lima Membership</i>	51
Tabel 5.5 <i>Rules Fuzzy Lima Membership</i>	51
Tabel 5.6 <i>Rules Kontrol PWM Fuzzy Tiga Membership</i>	59
Tabel 5.7 <i>Rules PWM Lima Membership</i>	63
Tabel 6.1 Prosedur Pengujian Mengambil dan Menampilkan Data Sensor	69
Tabel 6.2 Pengujian Waktu Stabil Sensor	70
Tabel 6.3 Prosedur Pengujian Perbandingan Akurasi	71
Tabel 6.4 Kondisi Tambak Udang	74
Tabel 6.5 Pengujian Akurasi	74
Tabel 6.6 Prosedur Pengujian <i>Fuzzy PWM Pompa</i>	77
Tabel 6.7 Hasil Pengujian <i>Fuzzy Output PWM Pompa</i>	78
Tabel 6.8 Prosedur Pengujian Waktu Eksekusi <i>Fuzzy</i>	80
Tabel 6.9 Hasil Pengujian Waktu Eksekusi	81

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Deskripsi Sederhana Sistem Kendali	8
Gambar 2.2 Open Loop	8
Gambar 2.3 Close Loop	9
Gambar 2.4 Sensor Suhu LM35DZ	10
Gambar 2.5 Sensor Kekeruhan	10
Gambar 2.6 Sensor Salinitas	11
Gambar 2.7 Driver motor L298	12
Gambar 2.8 Pompa Air DC	12
Gambar 2.9 NI myRIO	13
Gambar 2.10 <i>Front Panel</i>	15
Gambar 2.11 Blok Diagram	15
Gambar 2.12 Tipe Data Kabel	19
Gambar 2.13 <i>Fuzzy Sistem Designer</i>	20
Gambar 2.14 Grafik fungsi keanggotaan himpunan representasi Linear Naik....	21
Gambar 2.15 Grafik fungsi keanggotaan himpunan representasi Linear Turun .	21
Gambar 2.16 Grafik fungsi keanggotaan himpunan representasi Segitiga	21
Gambar 2.17 Grafik fungsi keanggotaan himpunan representasi Trapesium.....	21
Gambar 2.18 Struktur Logika	22
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	23
Gambar 4.1 Diagram Blok Perancangan Sistem	27
Gambar 4.2 Analisis Kebutuhan Pengguna	28
Gambar 5.1 Perancangan Sistem	33
Gambar 5.2 Bak Plastik Tambak Udang	34
Gambar 5.3 Penempatan Alat.....	34
Gambar 5.4 Implementasi <i>Prototype</i> Tambak Udang	34
Gambar 5.5 Perancangan <i>Filter</i> Kekeruhan Air.....	35
Gambar 5.6 Rancangan <i>Filter</i> Salinitas	35
Gambar 5.7 Perancangan myRIO-1900 pada Sensor	36
Gambar 5.8 Perancangan myRIO-1900 pada Driver Motor L298.....	37
Gambar 5.9 Perancangan Driver Motor L298 pada Pompa DC	38

Gambar 5.10 Implementasi Rangkaian Elektrik	38
Gambar 5.11 Flowchart Pengambilan dan Menampilkan Data Sensor	40
Gambar 5.12 Mengambil dan Menampilkan Data Sensor	40
Gambar 5.13 Implementasi <i>User Interface</i> Menampilkan Data Sensor	41
Gambar 5.14 Program Pengambilan Data Manual	41
Gambar 5.15 Implementasi <i>User Interface</i> Data Manual	42
Gambar 5.16 <i>Flowchart Fuzzy Tiga Membership</i>	44
Gambar 5.17 Suhu Tiga <i>Membership</i>	46
Gambar 5.18 Salinitas Tiga <i>Membership</i>	47
Gambar 5.19 Kekeruhan Tiga <i>Membership</i>	47
Gambar 5.20 Kualitas Air Tambak Tiga <i>Membership</i>	48
Gambar 5.21 <i>Rules</i> Tiga <i>Membership</i>	48
Gambar 5.22 Program <i>Fuzzy Tiga Membership</i>	49
Gambar 5.23 <i>Interface Fuzzy Tiga Membership</i>	49
Gambar 5.24 <i>Flowchart Fuzzy Lima Membership</i>	50
Gambar 5.25 Suhu <i>Fuzzy Lima Membership</i>	56
Gambar 5.26 Salinitas <i>Fuzzy Lima Membership</i>	56
Gambar 5.27 Kekeruhan <i>Fuzzy Lima Membership</i>	57
Gambar 5.28 Kualitas Air Tambak Lima <i>Membership</i>	57
Gambar 5.29 <i>Rules Fuzzy Lima Membership</i>	58
Gambar 5.30 Program <i>Fuzzy Lima Membership</i>	58
Gambar 5.31 <i>Interface Fuzzy Lima Membership</i>	59
Gambar 5.32 Diagram Blok Kontrol PWM Suhu Tiga <i>Membership</i>	60
Gambar 5.33 Diagram Blok Kontrol PWM Salinitas Tiga <i>Membership</i>	60
Gambar 5.34 Diagram Blok Kontrol PWM Kekeruhan Tiga <i>Membership</i>	61
Gambar 5.35 <i>Fuzzy Kontrol PWM Tiga Membership</i>	61
Gambar 5.36 Implementasi <i>Rules Fuzzy Tiga Membership</i>	61
Gambar 5.37 Program PWM Tiga <i>Membership</i>	62
Gambar 5.38 <i>Interface PWM Tiga Membership</i>	62
Gambar 5.39 Diagram Blok PWM Suhu Lima <i>Membership</i>	64
Gambar 5.40 Diagram blok PWM Salinitas Lima <i>Membership</i>	64
Gambar 5.41 Diagram blok PWM Kekeruhan Lima <i>Membership</i>	64

Gambar 5.42 <i>Fuzzy Kontrol PWM Lima Membership</i>	65
Gambar 5.43 <i>Rules Fuzzy Sistem Designer Lima Membership</i>	65
Gambar 5.44 <i>Program Output Fuzzy</i>	66
Gambar 5.45 <i>Interface PWM Lima Membership</i>	66
Gambar 5.46 <i>Flowchart Simpan Data</i>	67
Gambar 5.47 <i>Program Simpan Data</i>	67
Gambar 5.48 <i>Interface Simpan Data</i>	68
Gambar 6.1 <i>Interface Hasil Pengujian Data 1</i>	70
Gambar 6.2 <i>Interface Hasil Pengujian Data 2</i>	70
Gambar 6.3 <i>Pengujian Fuzzy</i>	72
Gambar 6.4 <i>Fuzzy Sistem Designer Lima Membership</i>	72
Gambar 6.5 <i>Fuzzy Sytem Designer Tiga Membership</i>	73
Gambar 6.6 <i>Perhitungan Manual Fuzzy 5 Membership</i>	73
Gambar 6.7 <i>Perhitungan Manual Fuzzy 3 Membership</i>	74
Gambar 6.8 <i>Kurva Trapesium</i>	75
Gambar 6.9 <i>Nilai Min</i>	76
Gambar 6.10 <i>Nilai Max</i>	76
Gambar 6.11 <i>Pengujian Simpan Data</i>	82

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A DOKUMENTASI	86
------------------------------	----



BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Udang windu adalah salah satu komoditas yang masih memiliki peluang usaha cukup baik oleh konsumen lokal maupun internasional disebabkan rasanya yang gurih dan kandungan gizinya yang tinggi. Untuk peluang ekspor, udang merupakan komoditas andalan pemerintah untuk menggaet devisa negara karena Indonesia memiliki lahan budi daya yang potensial untuk udang (Amri, 2003).

Kualitas air tambak merupakan faktor yang sangat penting untuk kelangsungan hidup dan produktivitas budidaya udang. Kualitas air dinyatakan dengan beberapa parameter fisika seperti suhu, salinitas, Kekeruhan air, padatan terlarut dan sebagainya (Effendi, 2003). Buruknya kualitas air pada parameter suhu berakibat pada menurunnya nafsu makan dan stress sehingga penggemukan menjadi lambat. Dampak salinitas pada pertumbuhan udang, yaitu kondisi udang yang lemah dan lebih peka terhadap serangan penyakit. Sedangkan pada kekeruhan air, kuatnya daya tembus sinar matahari di air menjadi parameter pertumbuhan plankton sebagai makanan alami udang. Untuk mengurangi dampak-dampak yang terjadi akibat buruknya kualitas air maka diperlukannya sistem *monitoring* dan kontrol sehingga kualitas air dapat terkendali dengan baik.

Namun, *monitoring* dan kontrol kualitas air tambak belum dapat dilakukan secara maksimal dikarenakan rendahnya tingkat penerapan teknologi. Dan diperkuat oleh Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2015 yang mengatakan, bahwa 80% dari entitas budidaya perairan di Indonesia masih menjalankan praktik pertanian tradisional atau ekstensif bahkan hingga tahun lalu. Hal tersebut dikarenakan pelaku budidaya yang terdiri dari industri rumah tangga yang memiliki modal dan keterampilan terbatas.

Untuk mengatasi masalah tersebut, beberapa solusi dengan memanfaatkan teknologi telah dibuat. Pada penelitian yang pertama yaitu *monitoring* dan kontrol kualitas air tambak udang berdasarkan dua parameter yaitu salinitas air dan kekeruhan air. Sistem tersebut dibuat pada aplikasi LabVIEW menggunakan metode *fuzzy*. dengan mengendalikan volume air untuk menjaga kualitas air tambak udang agar tetap baik (Huda, 2015).

Pada penelitian yang kedua yaitu perancangan sebuah simulator sistem pengontrolan kualitas air tambak udang dalam sebuah modul kontrol. Penelitian tersebut menggunakan kontrol logika *fuzzy* dan kontrol ON/OFF. Untuk menentukan kualitas air tambak udang ditentukan berdasarkan parameter salinitas air, kandungan oksigen, suhu air, dan kekeruhan air (Indriawati, 2008).

Pada penelitian ketiga, yaitu mengukur dan mengontrol kualitas air tambak ikan dari stasiun pengontrolan menggunakan NI myRIO. Kualitas air yang dijadikan parameter adalah suhu, kekeruhan, pH, kadar oksigen dalam air. Kontrol yang

digunakan adalah *ON/OFF* menggunakan relay. Pengontrolan dan pengukuran dapat dilihat pada stasiun kontrol yang dikirim myRIO melalui *Wi-fi*, selain itu pemberitahuan kondisi tambak juga dapat dikirim melalui sms dari stasiun pengontrolan menggunakan *GSM module* (V & Moinuddin, 2015).

Berdasarkan penelitian-penelitian yang telah dilakukan, penulis menawarkan sebuah ide untuk membuat *embedded sistem* yang dapat *memonitoring* dan mengontrol kualitas air tambak udang windu menggunakan metode *Fuzzy Logic Control*. Sistem akan *memonitoring* suhu, salinitas dan kekeruhan air, kemudian menggunakan *fuzzy* sebagai metode pendukung keputusan untuk menentukan kualitas air tambak udang windu dan mengontrol aktuator. Aktuator mengontrol dari masing-masing parameter yang digunakan. *Fuzzy* akan diproses menggunakan mikrokontroler NI myRIO-1900 yang diprogram menggunakan aplikasi LabVIEW berbasis *graphical programming* yang dapat membuat program sistem sekaligus *interface* sistem.

1.2 Rumusan masalah

Bagian ini berisi pertanyaan penelitian yang dirumuskan menjadi rumusan masalah yang dapat diambil dari latar belakang diatas adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem yang dapat *memonitoring* dan mengontrol kualitas air tambak udang windu berdasarkan parameter suhu, salinitas, dan kekeruhan air menggunakan NI myRIO?
2. Bagaimana mengimplementasikan logika *fuzzy* tiga *membership* dan lima *membership* pada NI myRIO untuk mengontrol kualitas air tambak udang windu?
3. Bagaimana tingkat keakurasian sistem dengan menerapkan metode *Fuzzy Logic Control* tiga *membership* dan lima *membership* untuk memonitor dan mengontrol kualitas air tambak udang windu?

1.3 Tujuan

Bagian ini berisi tujuan yang ingin dicapai dari skripsi ini. Adapun beberapa tujuan penelitian yang akan dilaksanakan sebagai berikut:

1. Membuat sistem kontrol dan *monitoring* kualitas air tambak udang windu berdasarkan parameter suhu, salinitas, dan kekeruhan air menggunakan NI myRIO.
2. Metode *Fuzzy Logic Control* tiga *membership* dan lima *membership* dapat mengontrol kualitas air tambak udang windu menggunakan NI myRIO.
3. Mengetahui tingkat akurasi sistem dalam penerapan metode fuzzy logic control tiga *membership* dan lima *membership* untuk memonitor dan mengontrol kualitas air tambak udang windu.

1.4 Manfaat

Adapun beberapa manfaat dari hasil akhir penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. Sistem ini diharapkan mampu mengontrol dan memonitoring kualitas air tambak udang dengan baik.
2. Sistem dapat memberikan kemudahan bagi masyarakat umumnya dalam memberikan perawatan tambak udang windu.
3. Sistem dapat memberikan kemudahan bagi para petani tambak khususnya untuk mengelola tambak udang secara maksimal.

1.5 Batasan masalah

Bagian ini dituliskan untuk membantu menjelaskan ruang lingkup masalah penelitian dengan menyatakan hal-hal yang menjadi batasan dan asumsi-asumsi yang digunakan untuk menyelesaikan masalah yang sudah dirumuskan. Pada penelitian ini batasan masalah adalah sebagai berikut:

1. Sistem ini menggunakan mikrokontroller NI myRIO-1900
2. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah *Graphical programming* NI LabView
3. Pengujian Sistem kontrol *monitoring* kualitas tambak udang berupa prototipe tambak dalam ukuran Panjang 28 cm, lebar 20 cm, tinggi 13cm.
4. Pengontrolan dilakukan dengan mengatur cepat-lambatnya putaran pompa air.
5. Pada pengontrolan salinitas air dilakukan untuk menyaring kadar garam hanya saat salinitas air pada tambak udang windu sangat tinggi berada diatas batas maksimum.
6. Pada pengontrolan kekeruhan air dilakukan untuk menyaring air saat kekeruhan air pada tambak udang windu berada diatas batas maksimum.
7. Pada pengontrolan suhu air dilakukan saat suhu pada tambak udang windu berada diatas batas maksimum dan berada dibawah batas minimum.

1.6 Sistematika pembahasan

Bagian ini berisi struktur skripsi ini mulai Bab Pendahuluan sampai Bab Penutup dan deskripsi singkat dari masing-masing bab. Diharapkan bagian ini dapat membantu pembaca dalam memahami sistematika pembahasan isi dalam skripsi ini. Berikut sistematika pembahasan:

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab ini menjelaskan informasi umum yaitu latar belakang penelitian, perumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, batasan penelitian dan sistematika penelitian.

BAB 2 : LANDASAN KEPUSTAKAAN

Bab ini menjelaskan tentang penelitian yang berkaitan tentang *monitoring* dan kontroling parameter kualitas air tambak udang yang pernah dilakukan

sebelumnya, dasar teori parameter kualitas air tambak, alat dan metode yang digunakan.

BAB 3 : METODOLOGI

Bab ini menjelaskan langkah penulis untuk menyelesaikan penelitian yang dimulai dengan studi literatur, kemudian rekayasa kebutuhan, perancangan dan implementasi sistem, pengujian sistem, dan terakhir penarikan kesimpulan penelitian.

BAB 4 : REKAYASA KEBUTUHAN

Bab ini menjelaskan semua yang dibutuhkan oleh sistem mulai dari kebutuhan perangkat keras dan lunak hingga kebutuhan fungsional.

BAB 5 : PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

Bab ini menjelaskan mengenai perancangan dan implementasi sistem mulai dari perancangan keras seperti *prototype* tambak, *Filter* air, rangkaian elektrik. Perangkat lunak seperti mengambil data sensor dan metode *Fuzzy Logic Controller*.

BAB 6 : PENGUJIAN DAN ANALISIS

Bab ini menjelaskan hasil pengujian yang dilakukan penulis terhadap *prototype* sistem kontrol dan *monitoring* kualitas air tambak udang windu yang telah direalisasikan.

BAB 7 : PENUTUP

Pada bab ini terdapat kesimpulan yang akhir dari pembuatan dan pengujian sistem mulai dari perangkat keras sampai perangkat lunak yang dibuat dalam skripsi ini serta saran-saran untuk pengembangan lebih lanjut.

BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN

Pada bab landasan kepustakaan berisi uraian dan pembahasan tentang teori, konsep, model, metode, atau sistem dari literatur ilmiah, yang berkaitan dengan tema, masalah, atau pertanyaan penelitian. Dalam landasan kepustakaan terdapat landasan teori dari berbagai sumber pustaka yang terkait dengan teori dan metode yang digunakan dalam penelitian.

2.1 Tinjauan Pustaka

Berikut ini beberapa penelitian terkait sistem kontrol atau *monitoring* kualitas air tambak udang menggunakan beberapa metode kontrol seperti *Fuzzy*, dan ON/OFF yang menjadi landasan dan referensi dari sistem yang akan dibuat.

Penelitian yang pertama, yaitu *monitoring* dan kontrol terhadap kualitas air tambak udang dengan menggunakan dua parameter yaitu salinitas air dan kekeruhan air. Dari parameter tersebut akan menentukan kualitas air serta mengontrol volume air yang dibutuhkan untuk menjaga kualitas air tambak agar tetap menjadi baik. Aplikasi yang digunakan pada sistem ini adalah LabVIEW menggunakan metode *fuzzy*. Namun, pada penelitian tersebut membutuhkan durasi pengujian yang cukup lama, pengukuran kadar air yang masih sulit untuk diproses secara cepat, proses pergantian air pun masih dilakukan secara manual (Huda, 2015).

Penelitian kedua memaparkan tentang perancangan sebuah simulator sistem pengontrolan kualitas air tambak dalam sebuah modul kontrol menggunakan kontrol logika *fuzzy* pada suhu, kandungan oksigen dan ON/OFF pada salinitas, derajat keasaman (pH). dalam hal ini hanya empat parameter yang diambil yaitu salinitas, kandungan oksigen, suhu, dan derajat keasaman (pH). Sistem ini di proses oleh mikrokontroler ATmega 8535 dan *interface*-nya terdapat pada *Liquid Crystal Display* (LCD)2 x 16. Namun pada penelitian ini tidaklah efisien menurut penulis, karena menggunakan dua buah mikrokontroler dan *interface* hanya menggunakan LCD (Indriawati, 2008).

Penelitian ketiga, mengukur dan mengontrol kualitas air tambak ikan dari stasiun pengontrolan menggunakan NI myRIO. Parameter yang digunakan pada penelitian ini adalah suhu, kekeruhan air, salinitas, pH, kadar oksigen dalam air. Pengontrolan dan pengukuran dapat dilakukan dari stasiun pengontrolan dikarenakan myRIO yang terhubung dengan Wi-Fi sehingga dapat berkomunikasi dengan stasiun pengontrolan. Selain itu, pemberitahuan tentang kondisi tambak juga dikirim melalui sms menggunakan GSM *module* yang terhubung oleh stasiun pengontrolan. Namun, pada penelitian ini kontrol yang dilakukan masih menggunakan kontrol ON/OFF dan tidak menggunakan metode penentuan kualitas air.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada penelitian pertama, kedua dan ketiga penulis mengambil tiga parameter, yaitu suhu, salinitas, dan kekeruhan air dan juga mengambil kelebihan-kekurangan penelitian satu sampai tiga untuk

membuat sistem baru yang lebih baik. Pada penelitian pertama, penulis mengembangkan dengan menambah parameter suhu air tambak dan mengubah sistem kontrol kualitas air tambak yang sebelumnya mengontrol volume air tambak menjadi kontrol masing-masing parameter dengan mengatur PWM pompa-pompa seperti penelitian kedua. Pada penelitian kedua, penggunaan dua mikrokontroler yang menurut penulis kurang efisien karena menggunakan dua mikrokontroler ATmega 8535 dirubah dengan hanya menggunakan satu mikrokontroler yaitu myRIO-1900. Penggunaan myRIO-1900 sebagai mikrokontroler dikarenakan pengembangan koding secara *real-time* OS saat melakukan read dan write dari dan untuk prosesor. Program yang dijalankan menggunakan *real-time* OS mempunyai performa yang lebih konsisten dibandingkan dengan sistem yang berjalan pada windows OS, hal tersebut dikarenakan window OS membagi prosesor untuk melakukan beberapa task seperti antivirus dan lainya. Pada penelitian ketiga yang masih menggunakan pengontrolan ON/OFF dan tidak menggunakan metode penulis tambahkan metode *fuzzy logic control* untuk menentukan kualitas air dan melakukan kontrol. Pada penelitian kedua kurangnya *interface* yang baik akan penulis ganti dengan menggunakan aplikasi dari National Instruments LabVIEW myRIO yang langsung membuat program pada NI myRIO-1900 dan juga dapat membuat kode program sekaligus membuat *interface* yang lebih baik.

2.2 Dasar Teori

Dasar teori akan menjelaskan teori-teori yang digunakan untuk menyelesaikan penelitian ini, yang informasinya berasal dari penelitian-penelitian yang telah dikaji pada kajian pustaka.

2.2.1 Kualitas Air Tambak

Kualitas air tambak merupakan syarat mutlak keberlangsungan hidup udang, karena air merupakan tempat hidup udang, kualitas air yang baik tentu akan meningkatkan kualitas udang.

Tabel 2.1 dibawah merupakan parameter-parameter kualitas air tambak udang menurut peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan tentang pedoman umum pembesaran udang windu (*Penaeus Monodon*) dan udang vaname (*Litopenaeus Vannamei*). Dalam budidaya udang kualitas air dalam tambak merupakan kunci keberhasilan usaha budidaya tambak udang (Dahuri dkk, 2004). Kualitas air tambak udang dapat dilihat dari segi fisika, kimia, dan biologi. Parameter kualitas air adalah beberapa ukuran yang digunakan untuk mengetahui kualitas air pada tambak. Pada penelitian kali ini, penulis menggunakan parameter fisika, yaitu Suhu, Salinitas, dan Kekeruhan.

Tabel 2.1 Parameter Kualitas Air Pemeliharaan Tambak udang

No	Parameter Air	Satuan	Tingkat Teknologi			
			Sederhana	Semi Intensif	Intensif	Super Intensif
1	Suhu	°C	28-32	28-31.5	> 27	29-32
2	Salinitas	g/1	5-40	10-35	26-32	26-32
3	Ph	-	7.5-8.5	7.5-8.5	7.5-8.5	7.5-8.5
4	Oksigen terlarut	mg/1	> 3.0	≥ 3.0	≥ 4	> 4
5	Alkalinitas (ppm)	mg/1	100-250	100-150	100-150	100-150
6	Bahan organik maksimal	mg/1	55	≤ 90	≤ 90	≤ 90
7	Amonia maksimal	mg/1	< 0.01	≤ 0.1	≤ 0.1	≤ 0.05
8	Nitrit maksimal	mg/1	< 0.01	≤ 1	≤ 1	≤ 1
9	Nitrat maksimal	mg/1	0.5	-	-	0.5
10	Phosfat minimal	mg/1	0.1	0.1	0.1-5	≤ 0.01
11	Kecerahan air	Cm	30-45	20-45	30-50	30-50
12	Hidrogen sulfida	mg/1	-	≤ 0.01	≤ 0.01	≤ 0.01

Sumber (Perikanan, 2016)

2.2.1.1 Suhu

Suhu merupakan salah satu faktor penentu kehidupan udang. Kisaran suhu air tambak udang windu yang optimal bagi udang adalah 28-32 °C. perubahan suhu udang yang bisa ditoleransi tidak lebih dari 2°C, karena itu harus dihindari perubahan suhu secara mendadak karena akan berpengaruh langsung terhadap kehidupan udang (Amri,2003). Suhu air tambak yang turun hingga 20°C, menyebabkan daya cerna udang terhadap makanan yang dikonsumsi berkurang. Sementara itu, jika suhu air dibawah 14°C udang dapat mengalami kematian. Sebaliknya jika suhu air naik hingga lebih dari 32°C udang akan mengalami stress karena kebutuhan oksigen yang tinggi.

2.2.1.2 Salinitas

Salinitas disebut juga dengan kadar garam atau tingkat keasinan air. Sementara itu, secara ilmiah salinitas didefinisikan dengan total padatan dalam air setelah karbonat dan senyawa organik dioksidasi, dan bromida serta iodide dianggap sebagai klorida (Amri, 2003). Besarnya salinitas dinyatakan dalam ppt (*parts per-thousand*) atau permill. Umumnya udang windu dapat tumbuh dengan baik pada salinitas 10-35 ppt, tetapi dapat tumbuh dengan optimal pada 20-25 ppt

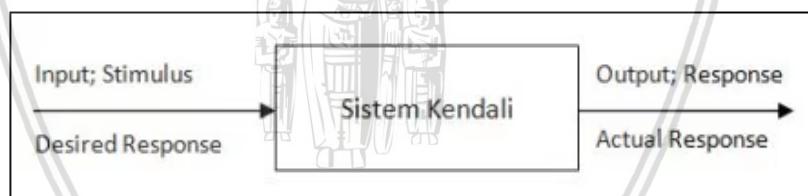
(isw, 2017). penurunan salinitas dibawah 10 ppt dapat menyebabkan kondisi udang menjadi lemah, warna tubuhnya lebih biru, dan lebih peka terhadap serangan penyakit.

2.2.1.3 Kekeruhan Air

Kekeruhan air tambak sangat berpengaruh pada pertumbuhan udang windu. Zat atau material terlarut seperti lumpur, senyawa organik dan an-organik, plankton, dan mikroorganisme diduga kuat sebagai penyebab kekeruhan air. Kekeruhan menyebabkan sinar matahari yang sampai ke air dihamburkan dan diserap daripada yang diteruskan ke selilingnya. Padahal sinar matahari yang diteruskan diperlukan oleh udang dan plankton yang ada dalam air. Pada umumnya kekeruhan air sering dilakukan dengan mengukur tingkat kecerahan air. Tingkat kecerahan air yang baik untuk udang windu adalah 25-40 cm (amri, 2003) artinya, daya tembus maksimum sinar matahari ke dalam air hanya 40 cm. daya tembus matahari yang tidak terlalu dalam menandakan adanya plankton sebagai makanan alami untuk udang cukup tersedia. Plankton yang nabati diatome (ganggang kresik) adalah plankton yang baik bagi pertumbuhan udang ditandai dengan warna air yang coklat kekuningan.

2.2.2 Kontrol dan Monitoring

Sistem kontrol adalah suatu susunan komponen fisik yang terhubung atau terkait sedemikian rupa sehingga dapat memerintah, mengarahkan, atau mengatur diri sendiri atau sistem lain (Nise, 2011). Sistem kontrol terdiri dari *input* (*Desired response*), proses, *output* (*Actual response*).



Gambar 2.1 Deskripsi Sederhana Sistem Kendali

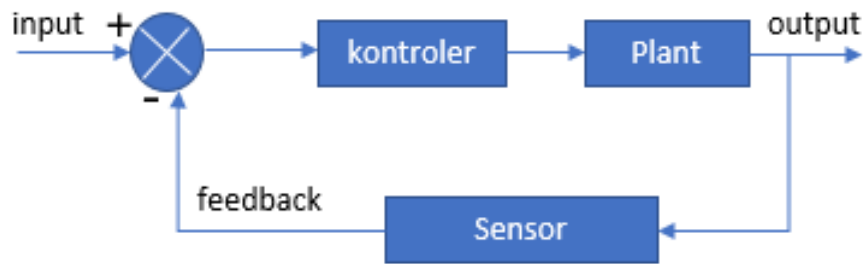
(Sumber : te.unib.ac.id)

Sistem kontrol terbagi menjadi dua yaitu loop terbuka (Open loop) dan loop tertutup. Sistem kontrol loop terbuka (lihat Gambar 2.2) adalah sistem kontrol dimana nilai *output* tidak dibandingkan lagi dengan nilai *input*, sehingga akurasi dari sistem belum tentu menghasilkan nilai yang baik.



Gambar 2.2 Open Loop

sedangkan sistem kontrol dengan loop tertutup (lihat Gambar 2.3) nilai *output* akan kembali dibandingkan lagi dengan nilai *input*.



Gambar 2.3 Close Loop

Monitoring merupakan kegiatan yang mempunyai siklus mencakup pengumpulan, peninjauan ulang, pelaporan, dan tindakan atas informasi suatu proses yang sedang diimplementasikan (Mercy, 2005). Sistem *monitoring* pada bidang perangkat lunak dapat berupa aplikasi, *web*, ataupun *database*. Data-data yang di *monitoring* oleh sistem diolah secara otomatis.

2.2.3 Filter

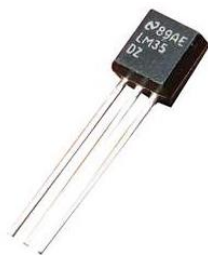
Filter digunakan sebagai alat untuk menyaring air pada tambak udang. *Filter* merupakan bagian paling menentukan kualitas dan keberhasilan dari proses penyaringan air. Untuk filtrasi air jenis bahan *filter* menentukan kualitas air yang disaring, karena berfungsi untuk menghilangkan zat-zat yang menyebabkan air berbau, keruh dan kekuning-kuningan.

2.2.4 Sensor

Sensor adalah sebuah alat yang menerima rangsangan dan merespon dengan sinyal elektrik. Dapat dikatakan bahwa sensor adalah penerjemah nilai non-elektrik ke nilai elektrik. Tujuan dari sensor adalah menanggapi beberapa *input* (stimulus) dan merubahnya ke sinyal elektrik yang sesuai dengan sirkuit elektronik (Fraden, 2003).

2.2.4.1 Sensor suhu LM35DZ

Sensor suhu (lihat Gambar 2.4) berfungsi untuk mengukur suhu air pada tambak udang. LM35DZ berfungsi mengkonversi besaran suhu yang ditangkap menjadi besaran tegangan. Sensor ini memiliki tingkat akurat yang tinggi, namun sangat sederhana dengan hanya memiliki 3 buah kaki. Kaki pertama dihubungkan ke pin vcc (+) . kaki kedua sebagai *output* (analog pin), dan kaki ketiga dihubungkan ke ground (-) . LM35DZ memiliki batas pengukuran dari (-55)°C - (150)°C. Semakin tinggi suhu air tambak maka tegangan *output* dari sensor semakin tinggi pula. Spesifikasi sensor dapat dilihat pada Tabel 2.2.



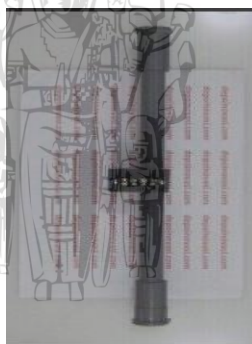
Gambar 2.4 Sensor Suhu LM35DZ

Sumber (geraicerdas.com)

Tabel 2.2 Spesifikasi Sensor Suhu

Akurasi Kalibrasi	0.5°C
Faktor <i>range</i> Linear	10 Mv/°C
<i>Range</i> Pengukuran	-55°C – 150 °C
Tegangan Sumber	4 VDC – 30 VDC
Sensor dapat bekerja dalam air	

2.2.4.2 Sensor Kekeruhan Air



Gambar 2.5 Sensor Kekeruhan

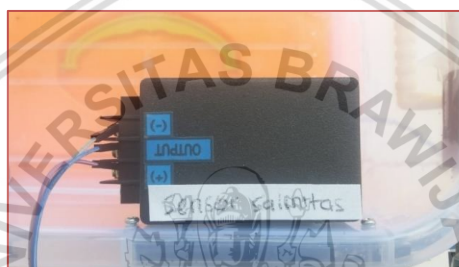
Sumber (depoinovasi.com)

Sensor kekeruhan (lihat Gambar 2.5) berfungsi mengukur tingkat kekeruhan atau kecerahan air terhadap sinar matahari, komponen pada sensor kekeruhan terdiri dari photodiode dan LED. Ketika cahaya yang diterima photodiode kurang berarti air dalam keadaan keruh dan tegangan *output* dari sensor semakin besar. Sensor kekeruhan memiliki *range output* 0 – 5V, dimana saat level tegangan *output* berada pada 0 – 0,2V dapat dikatakan bahwa air tambak dalam keadaan jernih dan keruh saat mencapai level 5V. Untuk mengkondisikan out dari sensor maka diperlukan penggunaan ADC (*Analog To Digital Converter*) agar data yang dihasilkan sensor lebih akurat. Spesifikasi sensor dapat dilihat pada Tabel 2.3 dibawah ini.

Tabel 2.3 Spesifikasi sensor Kekeruhan Air

<i>Power supply</i>	5 VDC
<i>Volt Output</i>	0 – 5V
Dimensi	pipa 36 cm x diameter ½"
Berat	200 gram
Jenis pipa	PVC ½"
Ukuran drat shock ujung pipa	Drat shock ½"
Tipe sensor optic	Through beam

2.2.4.3 Sensor Salinitas



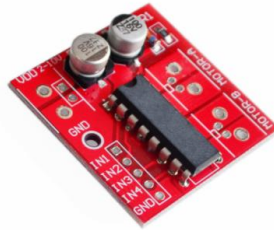
Gambar 2.6 Sensor Salinitas
(Sumber: Depoinovasi.com)

Sensor salinitas Gambar 2.6 berfungsi untuk mengetahui kadar garam yang terkandung dalam air tambak udang. Kadar garam yang tinggi dalam air menyebabkan tegangan *output* dari sensor semakin tinggi. Sensor ini memiliki *range output* tegangan 0-5, namun hal tersebut diartikan air tawar selalu pada kondisi *output* 0v, akan tetapi dibutuhkan pengaturan *default* ketinggian air yang menyentuh dua buah kaki logam pada sensor, sehingga *user* perlu membuat *Analog to Digital Conversion* terlebih dahulu untuk mendapatkan pengukuran yang tepat. Sensor ini dapat dihubungkan dengan mikrokontroler dan memiliki tiga buah pin yaitu vcc (+), *output* (data), dan ground(-). Data *output* sensor ini (diakses dalam :d depoinovasi, 2015). Pada Tabel 2.4 dapat dilihat spesifikasi sensor.

Tabel 2.4 Spesifikasi Sensor Salinitas

<i>Power supply</i>	5 VDC
<i>V output</i>	0 – 5V
Berat	150 gram
Jenis pipa	PVC ½"
Dimensi	18 cm x diameter ½"
Menggunakan elektroda <i>stainless steel</i>	

2.2.5 Driver Motor L298



Gambar 2.7 Driver motor L298

Sumber (Ecadiao.com)

Driver motor L298 lihat Gambar 2.7 yang digunakan untuk mengendalikan kecepatan dan arah pergerakan motor DC. IC L298 merupakan sebuah IC tipe H-Bridge yang mampu mengendalikan beban-beban induktif seperti relay solenoid, motor DC dan motor stepper. Pada IC L298 terdiri dari transistor *logic* dengan gerbang NAND yang berfungsi untuk memudahkan dalam menentukan arah putaran suatu motor DC maupun motor stepper. Dengan perbedaan tegangan pada dua terminal akan membuat motor berputar satu arah. Polaritas dari tegangan pada dua terminal akan menentukan arah putaran motor, sedangkan besar-kecilnya tegangan pada kedua terminal menentukan kecepatan motor. Kelebihan dari driver motor L298 adalah kepresisian mengontrol motor sehingga lebih mudah dikontrol. Spesifikasi motor driver dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Spesifikasi Motor Driver L298

Driver motor	Dual H-Bridge
<i>Power supply</i> modul	2-10 Volt
Tegangan <i>input</i>	1.8-7 Volt
Arus per-chanel	1.5- 2.5 A
Arus standby	0.1uA
Ukuran	24 mm X 21 mm

2.2.6 Pompa Air DC



Gambar 2.8 Pompa Air DC

Sumber (elevania.com)

Gambar 2.8 merupakan gambar pompa air yang digunakan pada sisem yang dibuat penulis. Pompa air merupakan elemen yang berfungsi untuk menyerap sekaligus mendorong air. Pompa air DC adalah jenis pompa yang menggunakan motor dc dan tegangan searah sebagai sumber tenaga. Pada Tabel 2.6 terdaat spesikasi pompa DC.

Tabel 2.6 Spesifikasi Pompa DC

Type Pompa	Brushed
Tegangan kerja	3 – 6V
Aliran Maksimum	2 liter/menit
Daya Dorong Maksimum	1 meter
Diameter nepel	7 mm
Ukuran	24mm x 45 mm x 33 mm

2.2.7 Mikronkontroler NI myRIO



Gambar 2.9 NI myRIO
sumber (www.ni.com)

Gambar 2.9 diatas adalah gambar dari mikrokontroler NI myRIO, yang merupakan produk perangkat keras yang dibuat oleh perusahaan National Instruments. digunakan untuk memanipulasi fungsinya untuk membuat berbagai sistem. NI myRIO dilengkapi dual-core ARM® Cortex™ -A9 , pemrosesan *real-time* dan Xilinx FPGA yang I/O-nya disesuaikan untuk pembelajaran. NI myRIO menggunakan LabView sebagai IDE untuk mengakses fitur-fitur pada NI myRIO. Pada board NI my RIO terdapat beberapa periperal yang umum yang dapat digunakan seperti *bluetooth*, *wifi*, LED, *accelerometer*, *push button*, analog *input* dan *output*, serta RAM. Dapat juga dihubungkan dengan sebuah *integrated circuit* untuk membuat sistem yang lebih kompleks, atau dihubungkan ke *board* lain yang memang diperlukan dalam membuat sebuah sistem. Pada Tabel 2.7 dapat dilihat spesifikasi myRIO-1900.

Tabel 2.7 Spesifikasi NI myRIO

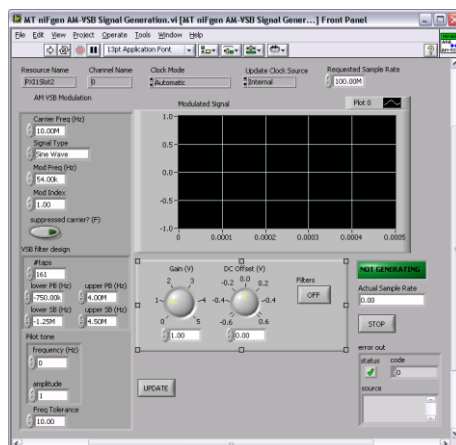
<i>Power supply range</i>	6-16VDC
<i>Volt MXP Connector</i>	0 – 5V
<i>USB device port</i>	<i>USB 2.0 Hi-Speed</i>
<i>Volt MSP Connector</i>	±10V
<i>Processor</i>	Xilinx Z-7010
<i>Processor Speed</i>	667 MHz
<i>Processor Core</i>	2
<i>Nonvolatile memory</i>	512 MB
<i>FPGA type</i>	Xilinx Z-7010
<i>DDR 3 memory</i>	256 MB
<i>Resolution Analog Input</i>	12 bits

2.2.8 Pulse Width Modulation (PWM)

Pulse Width Modulation adalah cara untuk memanipulasi pengaturan lebar sinyal untuk mendapatkan tegangan yang berbeda-beda. *Pulse Width Modulation* (PWM) mempunyai amplitudo dan frekuensi dasar yang tetap, tetapi mempunyai lebar pulsa yang bervariasi. Lebar pulsa (*pulse*) berbanding lurus dengan amplitudo sinyal asli yang belum termodulasi. Artinya, sinyal PWM memiliki frekuensi gelombang yang tetap namun *duty cycle* bervariasi. Pada LabView *duty cycle* berada diantara 0 sampai dengan 1.

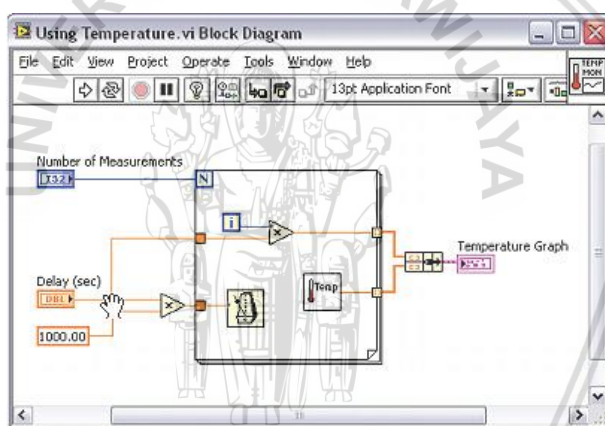
2.2.9 NI LabVIEW

LabVIEW merupakan singkatan dari Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench yang digunakan untuk membuat program dan *interface* perangkat keras dan industri (NI, 2013). LabVIEW menggunakan bahasa pemrograman berbasis grafis atau blok diagram sementara bahasa pemrograman lainnya berbasis text. Program LabVIEW dikenal dengan sebutan VI atau Virtual Instruments karena penampilannya dan operasinya dapat meniru sebuah instrument. Pada LabVIEW, user pertama-tama membuat *user interface* atau *front panel*. *Front panel* adalah bagian dari *window* yang berlatar belakang abu-abu serta mengandung *control* dan indikator. *Front panel* pada Gambar 2.10 digunakan untuk membangun sebuah VI, menjalankan program dan men-*debug* program.



Gambar 2.10 Front Panel
Sumber (www.ni.com)






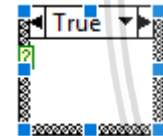


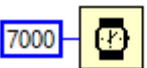

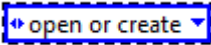

Blok diagram pada Gambar 2.11 adalah bagian window yang berlatar belakang putih berisi *sourcecode* dan berfungsi sebagai instruksi untuk *front panel*.



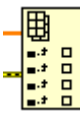

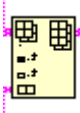









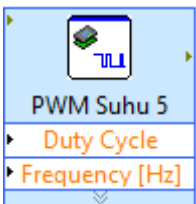
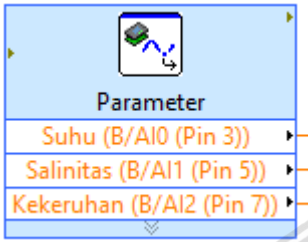



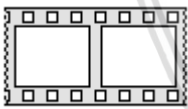
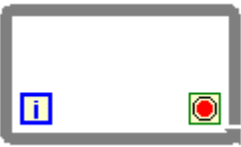

Gambar 2.11 Blok Diagram
Sumber (www.ni.com)




Kode program yang digunakan pada LabVIEW untuk membuat sistem pada perancangan perangkat lunak dapat dilihat pada Tabel 2.8 dibawah ini yang berisi nama kode program dan fungsinya.

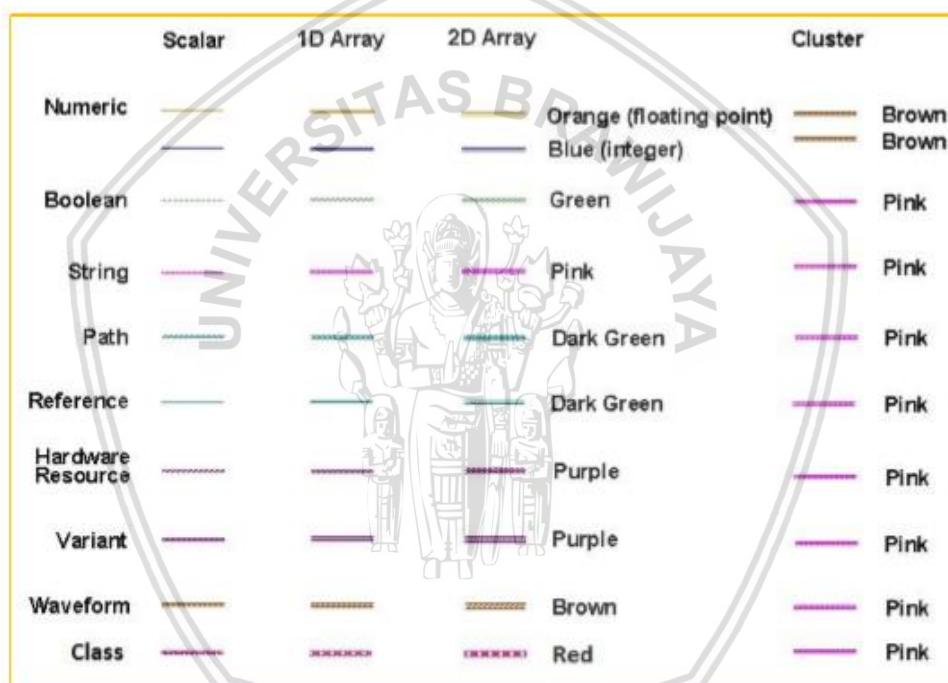
Tabel 2.8 kode program

Nama	Fungsi
 Array size	Mengembalikan jumlah element pada tiap dimensi array
 Build Array	Membuat array
 Boolean kontrol	Menngontrol dengan tipe data boolean
 Build Path	Membaca file dari sebuah direktori
 Bundle	Mengumpulkan data-data yang kemudian akan dieksekusi
 Case Structure	Untuk membuat <i>case</i> yang kemudian dapat dipilih dengan selectornya yang berupa tanda tanya.
 Close file	Menutup sebuah file
 Concatnet	Untuk menyambungkan data saatu dengan yang lain. Berfungsi seperti spasi pada laptop/PC.
 Wait ms	Memberikan <i>Delay</i> untuk sistem
 Delete from array	Menghapus element atau sub-array pada array.
 Enumerated	Memberikan <i>user</i> pilihan untuk memilih <i>item</i> .
 Error	Menampilkan pesan jika terjadi <i>error</i>

Nama	Fungsi
 Format into string	Mengubah tipe data ke dalam bentuk string (teks)
 In range and coerce	Menentukan batas minimum dan maksimum angka yang dapat diproses
 Index array	Mengembalikan element atau sub array pada dimensi array ke dalam suatu index
 Indikator	Indikator suatu proses dengan keluaran angka dengan tipe data double.
 Insert to array	Memasukan suatu element atau sub array ke dalam dimensi array pada index yang diinginkan
 Load Fuzzy	Memproses fuzzy dari sebuah file .fs
 Local variabel	Untuk variabel lokal yang bisa menjadi parameter <i>input</i> dan <i>output</i> pada fungsi lain.
 Median Filter	Untuk memfilter data dari sensor
 MIMO	Untuk memproses fuzzy dimana terdapat proses fuzzyfikasi, <i>rule based</i> , defuzzyfikasi dengan <i>output</i> MIMO (<i>many input many output</i>)
 Create new File	Membuat sebuah file baru
 Path	Jalur atau alamat sebuah file
 String	Konstanta untuk sebuah tipe data string

Nama	Fungsi
 <p>Analog Output</p>	<p><i>Output</i> dari sebuah nilai untuk mengontrol sesuatu</p>
 <p>Analog Input</p>	<p><i>Input</i> dari sensor analog yang diambil oleh myRIO</p>
 <p>Path</p>	<p>Jalur atau alamat sebuah file</p>
 <p>Read from text</p>	<p>Membaca sejumlah karakter dari file</p>
 <p>Select</p>	<p>Untuk memberikan pilihan benar atau salah</p>
 <p>Sequence diagram</p>	<p>Membuat program berjalan secara berurutan</p>
 <p>While loop</p>	<p>Untuk melakukan <i>looping</i> pada proses</p>
<p>Tab Control</p>  <p>Tab Control</p>	<p>Untuk membuat Tab pada front panel</p>

Nama	Fungsi
 Waveform chart	Menampilkan data hasil proses ke dalam bentuk sebuah chart
 Write delimited spreadsheet	Merubah array satu atau dua dimensi ke dalam bentuk teks kemudian menulisk teks tersebut ke dalam sebuah file
 Write to spreadsheet	Merubah array satu atau dua dimensi ke dalam bentuk teks kemudian menulisk teks tersebut ke dalam sebuah file



Gambar 2.12 Tipe Data Kabel

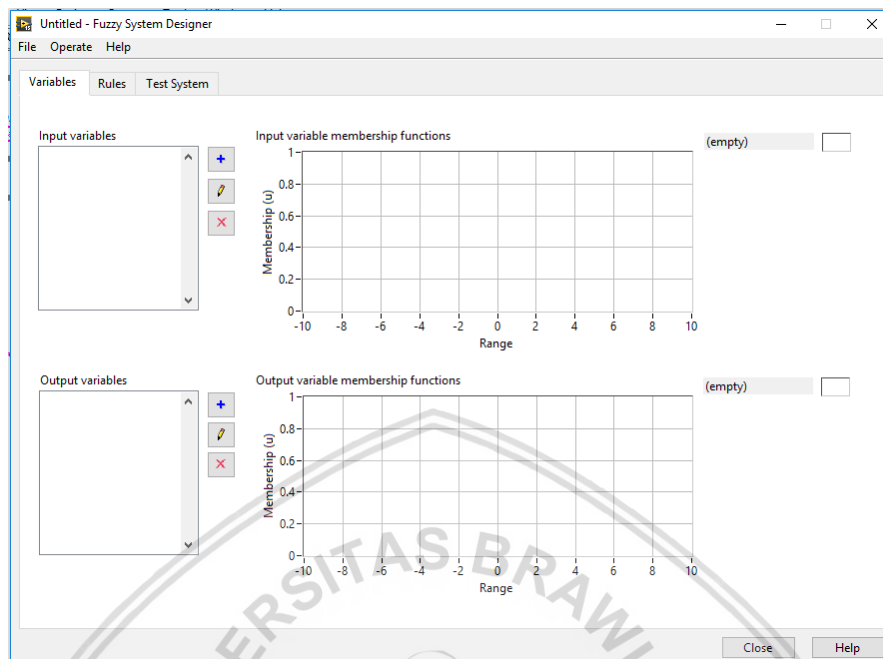
Sumber (Nurmaica, 2015)

Pada Gambar 2.12 yang menggambarkan tipe data kabel yang digunakan pada LabVIEW untuk numerik disimbolkan dengan warna oranye tipe data double dan biru tipe data integer, warna hijau dengan tipe Boolean, string berwarna merah muda, path untuk jalur berwarna hijau tua, untuk chart berwarna coklat. Warna-warna tersebut berlaku sama jika memakai array satu dimensi, array dua dimensi dan juga cluster.

2.2.10 Fuzzy Sistem Designer

Fuzzy Sistem Designer (lihat Gambar 2.13) merupakan *toolkit* untuk merancang fuzzy yang terdapat pada aplikasi LabVIEW. Perancangan fuzzy berupa variabel *input* dan *output* pembuatan membership function, pembuatan rules

based, penentuan metode defuzzyfikasi, dan test sistem fuzzy untuk dapat melihat hasil perhitungan dari fuzzy yang telah dirancang.



Gambar 2.13 Fuzzy Sistem Designer

Sumber (LabVIEW 2015)

2.2.11 Fuzzy Logic Controller

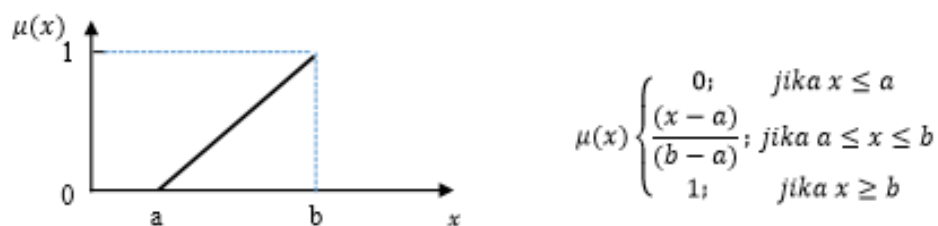
Fuzzy Logic Controller merupakan sistem kontrol yang menggunakan logika *fuzzy*. Logika *fuzzy* merupakan penggambaran cara sederhana dalam pengambilan kesimpulan pasti dari informasi yang ambigu, samar-samar, atau tidak tepat. Logika *fuzzy* menyerupai pembuatan keputusan pada manusia dengan kemampuannya untuk bekerja dari data yang ditafsirkan dan mencari solusi yang tepat. Keadaan-keadaan konvensional seperti ya atau tidak, benar atau salah, hitam atau putih, dan sebagainya. Beberapa alasan orang memakai logika *fuzzy* yaitu fleksibel, toleransi adanya data-data yang tidak tepat, mampu memodelkan fungsi-sungsi non linear yang sangat kompleks, dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman-pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan. Pada sistem ini penulis memakai fuzzy Mamdani.

Untuk mendapatkan hasil dari *fuzzy* pada penelitian ini dilakukan empat tahapan, diantaranya.

1. Fuzzyfikasi

Fuzzyfikasi merupakan proses memetakan nilai *crisp* (numerik) ke dalam himpunan *fuzzy input* dan menentukan derajat keanggotaannya di dalam himpunan *fuzzy*

Ada beberapa ada beberapa derajat-keanggotaan himpunan *fuzzy*, antara lain fungsi linier, segitiga, dan trapezium. Fungsi derajat-keanggotaan himpunan dapat dilihat pada Gambar 2.14 sampai dengan Gambar 2.17 dibawah ini.



Gambar 2.14 Grafik fungsi keanggotaan himpunan representasi Linear Naik

Sumber: (Restuputri & Dyah A.P., 2014)



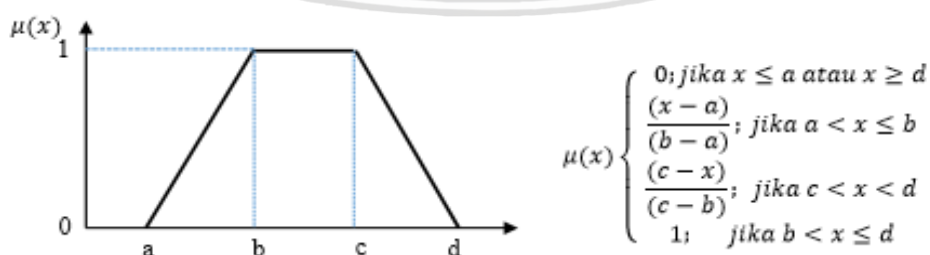
Gambar 2.15 Grafik fungsi keanggotaan himpunan representasi Linear Turun

Sumber: (Restuputri & Dyah A.P., 2014)



Gambar 2.16 Grafik fungsi keanggotaan himpunan representasi Segitiga

Sumber: (Restuputri & Dyah A.P., 2014)



Gambar 2.17 Grafik fungsi keanggotaan himpunan representasi Trapezium

Sumber: (Restuputri & Dyah A.P., 2014)

Bentuk-bentuk keanggotaan himpunan *fuzzy* yang sering digunakan adalah bentuk segitiga dan trapezium karena mudah dalam penerapannya dan proses

penentuan derajat keanggotaannya cepat karena sifatnya yang linear (Rusli, 2017).

2. Aplikasi fungsi implikasi (*Rules*)

Fungsi implikasi adalah struktur logika yang berisi premis-premis yang mempunyai satu konklusi. Bentuk fungsi implikasi seperti dot Adalah operator AND atau OR (Ginting, 2014). Pada mamdani fungsi impilkasi yang digunakan adalah AND(min), yaitu mengambil nilai terendah dari *input*. Pada gambar 2.18 digambarkan struktur logika dari fungsi implikasi.

IF (premis-1) • (premis-2) • (premis-3) • ... • (premis-n) THEN Konklusi

Gambar 2.18 Struktur Logika

3. Komposisi Aturan atau Agregasi

Pada komposisi aturan, nilai nilai pada fungsi implikasi Min akan diambil nilai yang paling tinggi (max).

4. Penegasan (*Defuzzy*)

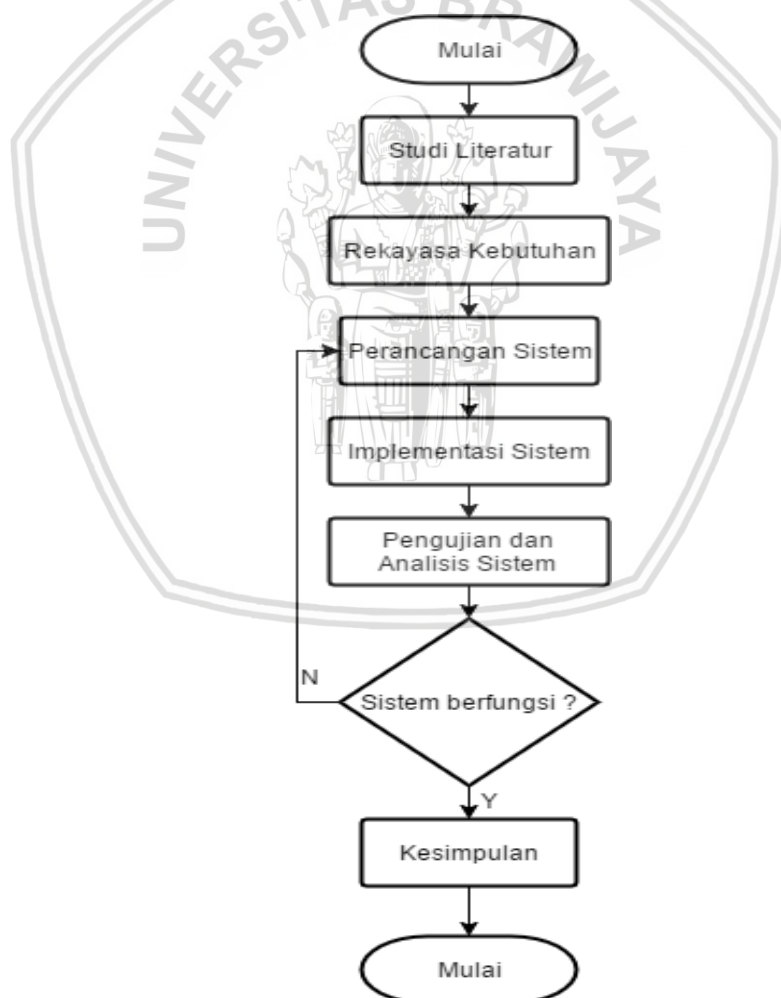
Defuzzy merupakan tahap mengubah *fuzzy output* menjadi *crisp value* berdasarkan fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy*. Nilai pada *defuzzy* berasal dari komposisi aturan, kemudian *output* yang dihasilkan merupakan bilangan domain himpunan *fuzzy*. Sehingga jika diberikan suatu himpunan *fuzzy* dalam *range* tertentu, maka harus diambil suatu nilai tertentu sebagai *output*. Metode *defuzzyfikasi* yang digunakan pada sistem ini adalah metode centroid. Pada metode tesebut crisp diperoleh dengan mengambil nilai-nilai pada titik pusat daerah *fuzzy*.

BAB 3 METODOLOGI

Bab ini akan menjelaskan metode yang digunakan untuk melakukan penelitian. Tipe penelitian ini adalah implementatif yaitu bersifat observasi menggunakan rancang bangun sederhana.

3.1 Alur Metode Penelitian

Bagian metode penelitian adalah penjelasan mengenai langkah-langkah yang dilakukan untuk menyusun dan menyelesaikan penelitian yang dimulai dari, studi literature, rekayasa kebutuhan, perancangan sistem, implementasi sistem, Pengujian dan analisis sistem terhadap sistem dari penelitian yang dibuat. Untuk kesimpulan dan saran akan disertakan agar dapat memberikan gambaran untuk melakukan pengembangan sistem selanjutnya. Langkah-langkah dalam alur pengerjaan penelitian ini ditunjukkan pada gambar 3.1 dibawah ini.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Studi literatur

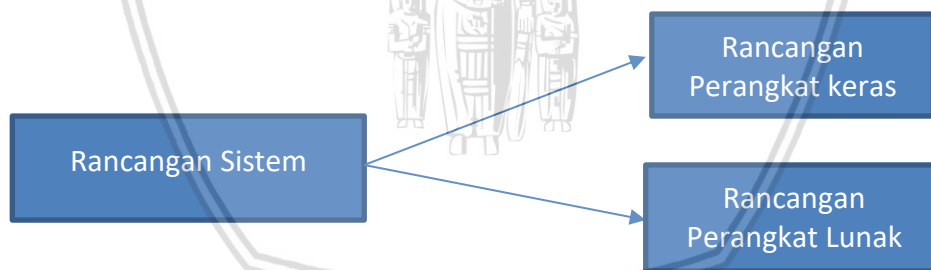
Studi literatur dibutuhkan untuk mencari informasi dan referensi yang dilakukan dari penelitian-penelitian sebelumnya. Dari proses studi literature kemudian diperoleh dasar-dasar teori yang akan digunakan untuk penelitian ini. Beberapa dasar teori yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya parameter kualitas air untuk budidaya tambak udang windu, *filter*, sensor suhu, sensor salinitas, sensor kekeruhan, driver motor L298, pompa air dc, metode *Fuzzy Logic Controller*, Mikrokontroller myRIO-1900, aplikasi LabVIEW myRIO.

3.3 Rekayasa Kebutuhan

Rekayasa kebutuhan dilakukan untuk melakukan analisis kebutuhan yang terdiri dari dua aspek yaitu kebutuhan pengguna (user) dan kebutuhan sistem itu sendiri. Pada analisis kebutuhan pengguna (user), dijelaskan tentang apa saja yang dapat dilakukan pengguna (*user*) terhadap sistem, termasuk fitur-fitur yang ada.

3.4 Perancangan Sistem

Perancangan sistem merupakan tahap yang dilakukan setelah semua kebutuhan sistem dianalisis dan terpenuhi. Pada gambar 3.2 dapat diketahui bahwa perancangan sistem dibagi menjadi beberapa tahap, yaitu perancangan perangkat keras dimana prototipe sistem akan dibuat dan perancangan perangkat lunak dimana algoritma dan metode sistem dibuat.



Gambar 3.1 Rancangan Sistem

3.4.1 Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras pada pembuatan sistem *monitoring* dan kontroling kualitas tambak udang windu meliputi perancangan sensor-sensor, yaitu suhu LM35, sensor salinitas air, dan sensor kekeruhan air yang dihubungkan ke pin *input* analog NI myRIO-1900, perancangan driver motor pompa air yang dihubungkan ke pin *output* *Pulse Width Modulation* (PWM) NI myRIO-1900. Selain itu, digunakan juga *flashdisk* yang dihubungkan ke *port* *USB* NI myRIO-1900 untuk menyimpan data dan *file membership* logika fuzzy.

3.4.2 Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak pada pembuatan sistem *monitoring* dan kontroling kualitas air tambak udang windu ini terdiri dari perancangan *user interface* dan pengolahan data sensor menggunakan aplikasi LabVIEW myRIO untuk memprogram sistem. Pada pemrograman sistem dibagi menjadi beberapa bagian yaitu pemrograman untuk mengambil data sensor, pemrograman untuk membuat metode logika *fuzzy*, pemrograman untuk mengontrol *output*, dan pemrograman untuk menyimpan data.

3.5 Implementasi

Implementasi merupakan tahapan untuk merealisasikan sistem yang telah dirancang. Implementasi perancangan dilakukan setelah analisis kebutuhan sistem selesai dilakukan. Pada tahap ini dilakukan pengimplementasian semua gagasan dan ide baik desain maupun perhitungan menjadi sebuah satu kesatuan. Implementasi dibagi menjadi dua bagian yaitu implementasi perangkat keras dan implementasi perangkat lunak.

3.5.1 Implementasi Perangkat Keras

Tahap ini implementasi dilakukan pada perangkat keras yang telah dianalisis. Perangkat yang telah dianalisis kemudian dihubungkan satu sama lain, seperti pemasangan sensor suhu, salinitas dan kekeruhan air pada bak tambak udang windu dan menghubungkannya pada NI myRIO-1900. Kemudian menghubungkan pompa sebagai aktuator sistem pada NI myRIO-1900 melalui driver motor mini L298, kemudian memasang *flashdisk* pada *port USB* NI myRIO-1900.

3.5.2 Implementasi Perangkat Lunak

Tahap ini implelementasi dilakukan pada perangkat lunak yang telah dianalisis. Implementasi perangkat lunak pada penelitian ini menggunakan aplikasi NI LabVIEW myRIO. Pada NI LabVIEW myRIO program-program sistem dibuat. Program-program yang dibuat antara lain, program pembacaan *input* sensor-sensor, program metode *fuzzy*, program *output* untuk mengontrol kualitas air dengan aktuator. Selanjutnya program-program tersebut digabungkan menjadi satu kesatuan. Selain itu, program untuk membuat *interface* untuk menampilkan data-data juga dilakukan di LabVIEW myRIO dibuat bersamaan saat pembuatan program-program pengolahan data.

3.6 Pengujian dan Analisis Hasil

Pengujian dan analisis sistem dilakukan untuk mengetahui kinerja dan performa keseluruhan sistem yang telah dirancang sesuai dengan spesifikasi kebutuhan yang melandasinya. Pengujian yang dilakukan pada mode kontrol dengan beberapa skenario percobaan:

1. Pengujian terhadap tingkat kekeruhan air dengan memberikan gangguan berupa pewarna coklat.

2. Pengujian terhadap suhu air dengan menambahkan air panas atau dingin ke dalam *prototype*
3. Pengujian terhadap tingkat salinitas air dengan menambahkan garam pada air tambak.
4. Pengujian terhadap metode yang digunakan yaitu *fuzzy logic control* tiga membership dan lima membership dalam menentukan kualitas air tambak.
5. Pengujian lama kontrol sistem untuk menyaring air tambak udang pada *fuzzy* tiga *membership* dan lima *membership*.
6. Pengujian terhadap metode *fuzzy Logic Control* tiga *membership* dan lima *membership* dengan mengontrol kecepatan putaran pompa *Pulse Width Modulation*
7. Pengujian terhadap penyimpanan data monitoring dan controlling air tambak udang.

3.7 Kesimpulan

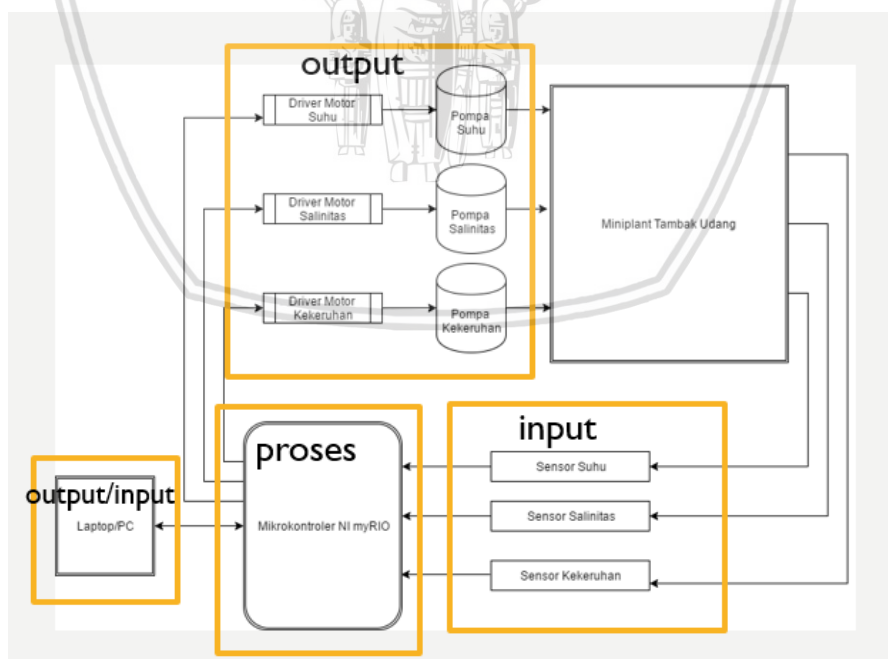
Kesimpulan merupakan gambaran dari hasil perancangan, implementasi dan pengujian dan analisis terhadap sistem. Kesimpulan disusun berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang dibuat. Isi dari kesimpulan diharapkan dapat menjadi acuan pada penelitian lain untuk pengembangan sistem yang lebih baik. Di dalam penulisan akhir bertujuan untuk memberikan kemudahan kepada peneliti selanjutnya apabila ingin melanjutkan penelitian ini.

BAB 4 REKAYASA KEBUTUHAN

Bab rekayasa kebutuhan berisi tentang penjelasan secara rinci kebutuhan yang harus dipenuhi untuk perancangan hingga implementasi. Sehingga diharapkan sistem kontrol dan *monitoring* kualitas air tambak udang menggunakan mikrokontroler NI myRIO dapat berjalan dengan baik.

4.1 Deskripsi Umum Sistem

Sistem *monitoring* dan kontroling kualitas air tambak udang windu dengan metode *Fuzzy Logic Controller* menggunakan Mikrokontroler NI myRIO-1900 merupakan sistem yang dapat *memonitoring* dan mengontrol kualitas air tambak udang berdasarkan parameter kualitas air tambak udang yaitu suhu air, salinitas air, dan kekeruhan air. Sensor-sensor akan mengambil nilai dari parameter yang ada. Kemudian diproses oleh Mikrokontroler NI myRIO menggunakan algoritma dan metode yang dibuat pada aplikasi NI LabVIEW. Algoritma dan metode yang dibuat akan menampilkan *monitoring* suhu, salinitas, kekeruhan dan penentuan kualitas air tambak. Setelah kualitas ditentukan menggunakan *fuzzy logic controller* hasil dari data yang diambil sensor, pengendalian kualitas air tambak dilakukan dengan aktuator berupa pengendalian terhadap kecepatan pompa suhu air, pompa *filter* salinitas air, pompa *filter* kekeruhan air. Data dari sensor-sensor yang masuk-pun dapat disimpan dalam format file excel oleh pengguna pada *usb flashdisk* melalui *port USB* pada myRIO-1900. Pada Gambar 4.1 dapat dilihat gambaran umum diagram blok perancangan sistem.



Gambar 4.1 Diagram Blok Perancangan Sistem

Ruang lingkup sistem yang digunakan merupakan produk dari National Instruments sebagai aplikasi untuk membuat program sistem yaitu LabVIEW

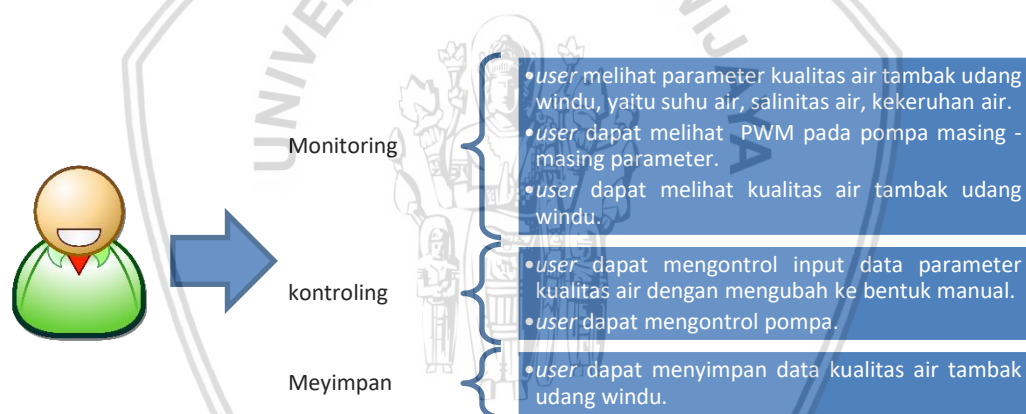
myRIO dan mikrokontroler NI myRIO-1900. Karakteristik pengguna diperuntukan untuk masyarakat petani tambak sehingga diharapkan dapat membantu petani tambak untuk mengoptimalkan hasil dari tambak udang windu.

4.2 Analisis Kebutuhan Sistem

Analisis kebutuhan sistem dilakukan untuk dapat memenuhi seluruh kebutuhan untuk membangun sistem. Dalam analisis sistem kebutuhan akan dibagi menjadi 2, yaitu kebutuhan fungsional dan kebutuhan non-fungsional.

4.2.1 Kebutuhan Antarmuka Pengguna

Kebutuhan antarmuka (*user*) merupakan kebutuhan untuk menghubungkan pengguna sistem dan sistem itu sendiri. Kebutuhan antarmuka dibuat pada *front panel* LabVIEW myRIO. *Front panel* merupakan *interface* sistem yang dapat menampilkan data-data dari sensor seperti suhu air, salinitas air dan kekeruhan air, mengontrol *output* yaitu *Pulse Width Modulation* pada pompa masing-masing parameter kualitas air tambak udang windu, dan yang terakhir dapat menyimpan data. Gambaran kebutuhan pengguna (*user*) dapat dilihat pada Gambar 4.2 dibawah ini.



Gambar 4.2 Analisis Kebutuhan Pengguna

4.2.2 Kebutuhan Fungsional

Kebutuhan fungsional merupakan kebutuhan yang harus dipenuhi agar sistem dapat berjalan dengan baik sesuai tujuan. Jika salah satu fungsi sistem tidak dapat bekerja maka sistem dapat dikatakan gagal. Pada sistem *monitoring* dan kontrol kualitas air tambak udang windu menggunakan mikrokontroler NI myRIO fungsional yang harus dipenuhi adalah sebagai berikut.

4.2.2.1 Fungsi Mengambil dan Menampilkan Data Sensor

Pada fungsi ini sistem dapat mengambil data dari sensor-sensor agar dapat mendeteksi suhu air, salinitas air, dan kekeruhan air. Kemudian data tersebut digunakan sebagai *input* sistem untuk menentukan kualitas air tambak udang windu. Selain itu fungsi ini juga dapat menampilkan suhu air, salinitas air, dan kekeruhan air agar dapat dilihat oleh *user*.

4.2.2.2 Fungsi Kontrol Logika Fuzzy

Fungsi Kontrol logika fuzzy pada sistem ini terbagi menjadi dua fungsi yaitu fungsi untuk menentukan kualitas air dengan menggunakan tiga dan lima *membership* dan fungsi untuk mengontrol kecepatan motor *Pulse Width Modulation* pompa air.

4.2.2.3 Fungsi Menyimpan Data

Fungsi dari sistem ini adalah menyimpan data sensor, yaitu suhu air, salinitas air, kekeruhan air, menyimpan data nilai fuzzy, dan juga menyimpan nilai dari PWM tiap-tiap parameter untuk dijadikan dokumentasi. Data disimpan pada *flashdisk* yang dipasang pada *port USB* NI myRIO-1900.

4.2.3 Kebutuhan Non-Fungsional

Kebutuhan non-fungsional dibagi menjadi dua bagian yaitu perangkat keras dan perangkat lunak.

4.2.3.1 Kebutuhan Perangkat Keras

Kebutuhan perangkat keras yang diperlukan dalam pembuatan protipe adalah: Lingkungan tempat sistem bekerja mempunyai persyaratan guna mendukung sistem tersebut, yaitu sebagai berikut:

1. *Prototype* tambak udang

Prototype tambak udang merupakan media yang digunakan penulis untuk membangun sistem. *Prototype* tambak udang ini terbuat dari bahan plastic yang kuat. Pada *prototype* tambak terdapat sensor-sesor yang digunakan sebagai parameter *input* penentuan kualitas air, pompa untuk kekeruhan, pompa untuk salinitas, pompa untuk suhu. Selain itu pada *prototype* juga terdapat *filter* kekeruhan air dan *filter* salinitas yang dibuat dari bahan-bahan yang sangat sederhana.

2. *Filter*

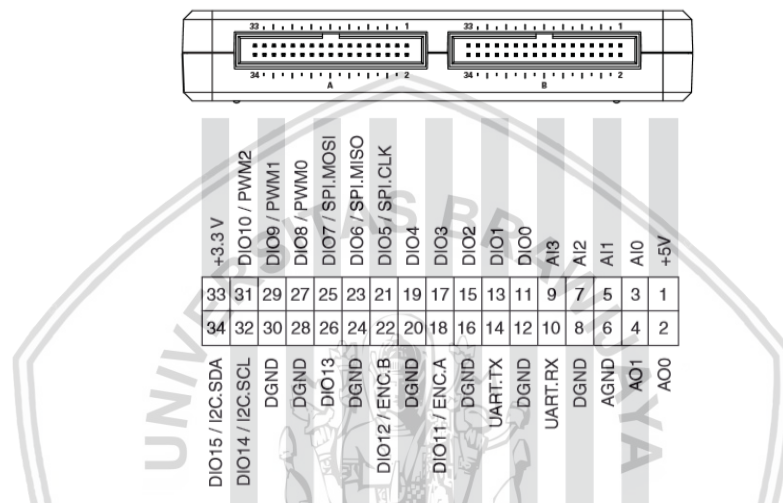
Filter air digunakan sebagai penyaringan air yang dipompa masing-masing. Pada penelitian ini digunakan dua buah *filter* air yaitu *filter* kekeruhan air dan *filter* untuk salinitas. Pada *filter* kekeruhan air digunakan bahan-bahan sederhana untuk membuat *filter* seperti yang terlihat pada Tabel 4.1 dibawah ini.

Tabel 4.1 Bahan *Filter* Air

<i>Filter</i> kekeruhan air	Kapas penyaringan air
	Pasir silika
	Karbon aktif
	Batu zeoloit
<i>Filter</i> Salinitas	Batu zeoloit
	Air jernih

3. NI myRIO-1900

NI myRIO-1900 merupakan mikrokontroler yang digunakan sebagai pemroses utama pada sistem ini. MyRIO-1900 menyediakan analog *input* dan analog *output* dengan jumlahnya banyak. Pada penelitian ini, penulis menggunakan myRIO-1900 *Expansion Port* (MXP) dikarenakan jumlah kebutuhan *port* analog dan *port* digital yang harus dipenuhi dan performa myRIO yang sangat baik untuk sistem yang *real time* karena mempunyai *Real Time OS*.



Gambar 4.3 Port MXP NI myRIO-1900

Pada Gambar 4.3 terdapat *port-port* yang terbagi menjadi dua *connector* yaitu A dan B. Pada penelitian ini penulis menggunakan *connector* B, berikut penggunaan *port* pada NI myRIO-1900 pada tabel 4.2 di bawah ini.

Tabel 4.2 Penggunaan Port myRIO-1900

PORT	FUNGSI
+5V (1)	sebagai <i>output power</i>
AI0 (3)	sebagai <i>analog input</i> untuk sensor suhu LM35DZ
AI1 (5)	sebagai <i>analog input</i> untuk sensor salinitas
AI2 (7)	sebagai <i>analog input</i> untuk sensor kekeruhan air
DIO8/PWM (27)	sebagai <i>output</i> untuk mengatur PWM suhu
DIO9/PWM (29)	sebagai <i>output</i> untuk mengatur PWM salinitas
DIO10/PWM (31)	sebagai <i>ouput</i> untuk mengatur PWM kekeruhan air
AGND (6)	sebagai <i>ground</i> untuk <i>analog input</i>
DGND (8)	sebagai <i>ground</i> untuk PWM

4. Sensor suhu LM35DZ
Sensor suhu LM35DZ digunakan untuk mengukur suhu air yang ada di tambak udang dan sebagai *input fuzzy* untuk parameter suhu air. Sensor LM35DZ ini dihubungkan pada pin *analog* AI0 (3) pada *connector* B NI myRIO-1900.
5. Sensor Salinitas
Sensor salinitas digunakan untuk mengukur salinitas air pada tambak udang dan sebagai *input fuzzy* untuk parameter salinitas. Sensor salinitas dihubungkan pada pin *analog* AI1 (5) pada *connector* B NI myRIO-1900.
6. Sensor Kekeruhan Air
Sensor kekeruhan air berfungsi untuk mengukur kekeruhan pada air tambak udang dan sebagai *input fuzzy* untuk parameter kekeruhan pada *fuzzy logic controller*. Sensor kekeruhan air pada pin *analog* AI2 (7) pada *connector* B NI myRIO-1900.
7. Mini Driver Motor L298
Mini Driver Motor L298 pada penelitian ini digunakan sebagai pengendali kecepatan motor (*Pulse Width Modulation*) pada pompa DC. Nilai untuk mengendalikan pompa DC diambil dari keluaran yang diproses *fuzzy logic controller*. Pada penelitian ini menggunakan tiga Mini Driver Motor L298 untuk keluaran masing-masing parameter kualitas air dari sensor suhu, salinitas, dan kekeruhan. Untuk parameter suhu dihubungkan pada pin digital DIO8/PWM (27), parameter salinitas pada pin digital DIO9/PWM (29), parameter kekeruhan air pada pin digital DIO10/PWM (31).
8. Perangkat laptop
Perangkat laptop digunakan untuk membuat program pada aplikasi LabVIEW yang akan dikontrol oleh mikrokontroler NI myRIO-1900, *monitoring* dan kontrol sistem.

4.2.3.2 Kebutuhan Perangkat Lunak

Kebutuhan perangkat lunak digunakan untuk membuat program pada sistem agar sistem dapat *memonitoring* dan mengontrol sistem, berikut kebutuhan perangkat lunak sistem:

1. NI LabVIEW myRIO

Labview myRIO merupakan aplikasi yang digunakan untuk membuat program pada sistem ini yang diproses dan dikontrol oleh mikrokontroler NI myRIO-1900.

2. *Fuzzy Sistem Designer*

Fuzzy sistem designer merupakan *tool* pada LabVIEW yang digunakan untuk membuat sistem *fuzzy*. Pada penelitian ini, *fuzzy* yang dibuat digunakan untuk metode penentuan kualitas dan kontrol air pada tambak udang. Pada sistem ini, penulis menggunakan *fuzzy* tiga *membership* dan lima *membership*.

4.3 Batasan Desain Sistem

Pada pembuatan prototipe sistem *monitoring* dan kontroling kualitas air tambak udang terdapat beberapa Batasan masalah, yaitu:

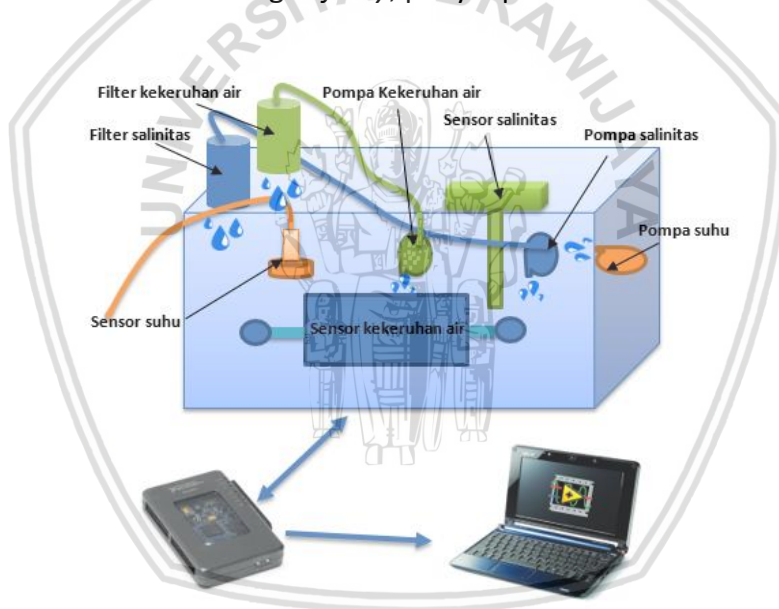
1. Sistem ini masih berupa *prototype*.
2. Pengujian *fuzzy* ini menggunakan 2 *membership* yaitu tiga dan lima *membership*.
3. Tingkat kekeruhan air dihitung dari 0-50 *Nephelometric Turbidity Unit* (NTU), dengan *range output* 0.21V.
4. Tingkat salinitas dihitung dari 0-50 ppt, dengan *range output* 2V.
5. Tingkat suhu yang dihiutng dari 0-100°C.
6. Kaki sensor salinitas harus terendam air dengan ketinggian air minimal 6 cm.
7. *Range output* PWM pompa dimulai dari 0 sampai dengan 1 *duty cycle*.
8. Pada pengontrolan salinitas air dilakukan untuk menyaring kadar garam hanya saat salinitas air pada tambak udang windu sangat tinggi berada diatas batas maksimum.
9. Pada pengontrolan kekeruhan air dilakukan untuk menyaring air saat kekeruhan air pada tambak udang windu berada diatas batas maksimum.
10. Pada pengontrolan suhu air dilakukan saat suhu pada tambak udang windu berada diatas batas maksimum dan berada dibawah batas minimum.

BAB 5 PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

Bab ini adalah perancangan dan implementasi protipe sistem dimulai dari perangkat keras, perangkat lunak, sistem pendukung lainnya.hingga sistem dapat bekerja dengan baik sesuai tujuan yang ingin dicapai.

5.1 Perancangan Sistem

Pada bab rekayasa kebutuhan telah dijelaskan kebutuhan-kebutuhan yang harus dipenuhi untuk merancang sistem pada penelitian ini. Untuk itu perancangan sistem dibagi menjaadi dua yaitu, perancangan perangkat keras dan perangkat lunak. Perancangan perangkat keras berupa pembuatan *prototype* tambak udang yang berisi sensor, *filter* dan pompa. Gambaran sederhana *prototype* tambak udang beserta penempatan alat-alatnya dapat dilihat pada Gambar 5.1 perancangan sistem. Sedangkan pada perancangan perangkat lunak berupa pengambilan dan menampilkan data dari sensor, penentuan dan pengontrolan kualitas air dengan *fuzzy*, penyimpanan data.



Gambar 5.1 Perancangan Sistem

5.2 Perancangan dan Implementasi perangkat keras

Perancangan perangkat keras merupakan pembuatan *prototype* tambak, berserta letak penempatan sensor, pompa air, *filter*.

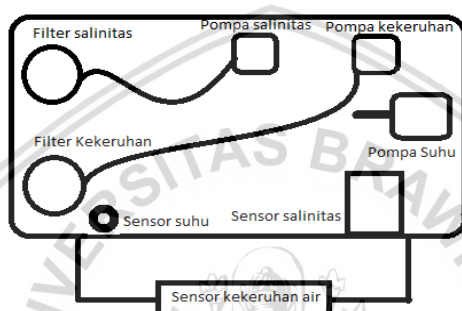
5.2.1 Perancangan dan Implementasi *Prototype* Tambak Udang

pada pembuatan *prototype* tambak, penulis menggunakan satu bak dengan ukuran Panjang 28 cm, lebar 20cm, tinggi 13 cm yang dapat dilihat pada Gambar 5.2.



Gambar 5.2 Bak Plastik Tambak Udang

Selanjutnya yang dilakukan adalah perancangan penempatan alat seperti sensor suhu, salinitas, dan kekeruhan air, pompa salinitas, pompa kekeruhan air, pompa suhu, *filter* kekeruhan air, *filter* salinitas yang dapat dilihat dari bagian atas pada Gambar 5.3.



Gambar 5.3 Penempatan Alat

Penempatan pompa kekeruhan air, pompa salinitas dengan *filter*nya masing-masing yang berjauhan satu sama lain agar penyaringan air dapat merata didalam bak. Begitu juga pada sensor suhu dengan pompa suhu yang jaraknya berjauhan. Namun pada pompa suhu tidak memerlukan *filter*, karena air yang diserap pompa akan langsung dikeluarkan kembali oleh pompa, tujuannya agar air dalam bak dapat bergerak sehingga suhu dapat terjaga dan juga untuk mengalirkan oksigen dari semburan air yang dikeluarkan pompa.

Pada tahap implementasi, perancangan yang telah dijelaskan sebelumnya dibuat sesuai dengan ukuran yang telah ditetapkan dan langsung dengan penempatan sensor, *filter* dan pompa.



Gambar 5.4 Implementasi *Prototype* Tambak Udang

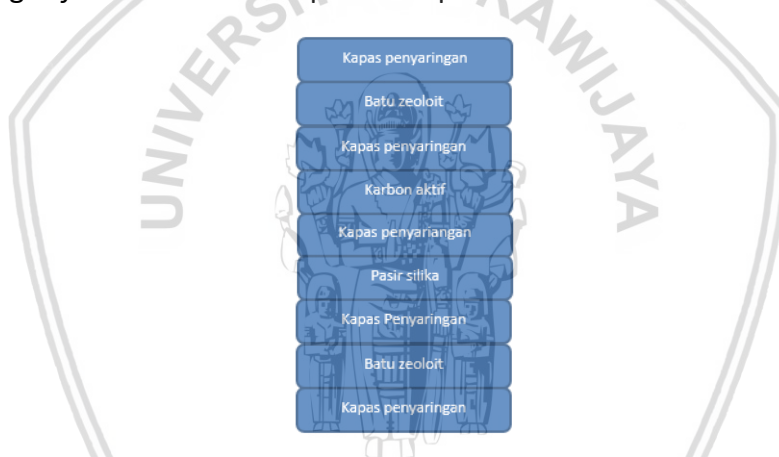
Pada Gambar 5.4 dapat dilihat bahwa bak untuk *prototype* tambak terbuat dari bahan plastik. Pada *filter* kekeruhan dan *filter* salinitas ditempatkan di botol minuman. *Filter-filter* yang berfungsi untuk penyaringan air dihubungkan dengan pompa masing-masing menggunakan selang kecil.

5.2.2 Perancangan dan Implementasi *Filter* Air

Perancangan *filter* air merupakan rancangan penuyusunan bahan-bahan untuk *filter* yang dibutuhkan. *Filter* air dibagi menjadi dua *filter* kekeruhan air dan *filter* untuk salinitas.

5.2.2.1 Perancangan dan Implementasi *Filter* kekeruhan

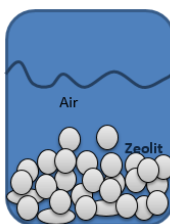
Untuk *filter* kekeruhan air urutan paling bawah diisi dengan kapas penyaringan, kemudian batu zeoloi, pasir silika, karbon aktif, batu zeoloi, yang paling atas diisi kembali dengan kapas penyaringan. Pada kapas penyaringan, selain ditempat pada urutan paling bawah dan atas, kapas penyaringan juga digunakan sebagai pembatas antara materi satu dan yang lainnya. Gambar perancangan *filter* kekeruhan dapat dilihat pada Gambar 5.5 dibawah ini.



Gambar 5.5 Perancangan *Filter* Kekeruhan Air

5.2.2.2 Perancangan dan Implementasi *Filter* Salinitas

Untuk *filter* salinitas hanya dibutuhkan batu zeoloi dan air jernih biasa. Batu zeoloi dicampur dengan air yang terdapa didalam botol. Batu zeoloi yang telah dikalsinisasi dapat menurunkan kadar salinitas pada air (Gustian & Suharto, 2005). Rancangan *filter* salinitas dapat dilihat pada Gambar 5.6 dibawah ini.



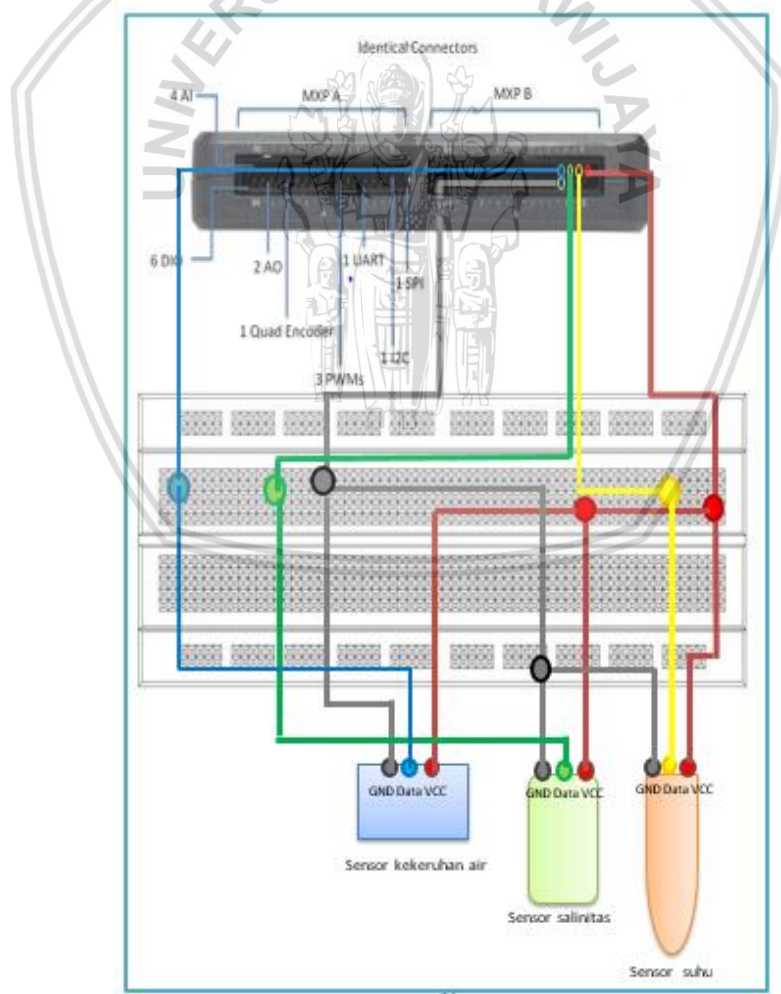
Gambar 5.6 Rancangan *Filter* Salinitas

5.2.3 Perancangan dan Implementasi Rangkaian Elektrik

Perancangan rangkain elektrik merupakan perancangan dengan menghubungkan mikrokontroler NI myRIO-1900 dengan sensor suhu, salinitas, kekeruhan air, mini driver motor L298 untuk mengatur kecepatan putaran pompa (*Pulse Width Modulation*), *flashdisk* sebagai media peyimpanan data.

1. Perancangan NI myRIO-1900 pada sensor-sensor

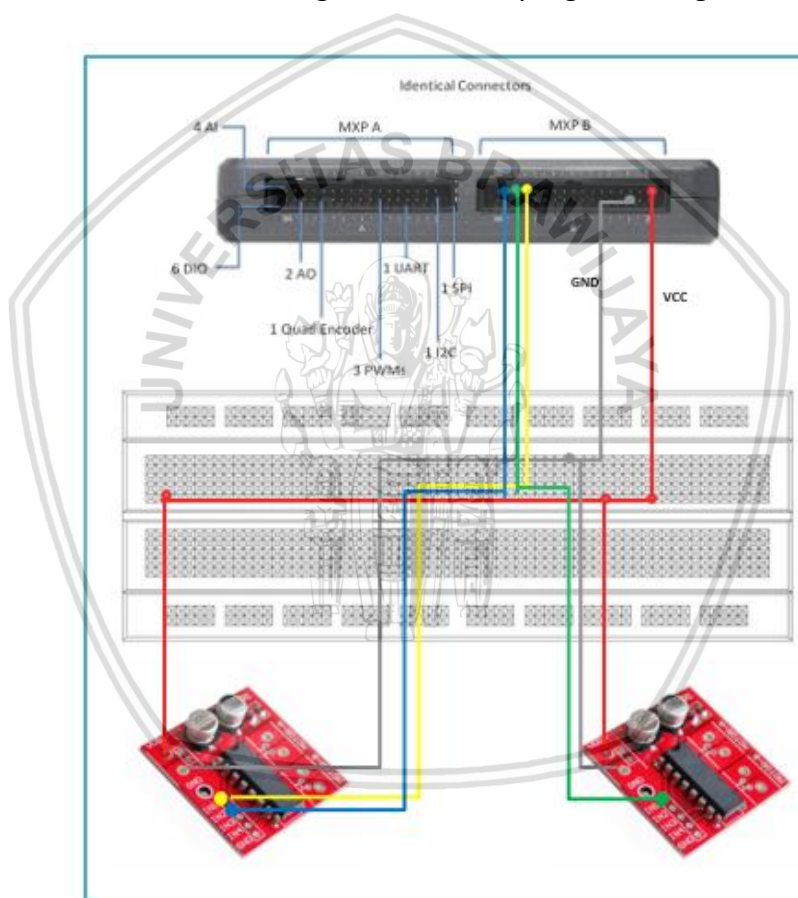
Perancangan myRIO-1900 pada sensor yaitu menghubungkan sensor suhu, salinitas, dan kekeruhan air dengan pin-pin yang ada pada port MXP connector B myRIO-1900. Sensor suhu dihubungkan dengan pin analog *input* 3, sensor salinitas pada pin analog *input* 5, sensor kekeruhan pada pin analog *input* 7, *Output power* masing-masing sensor dihubungkan pada pin 1, kemudian untuk *ground* masing-masing sensor dihubungkan pada pin 6 analog *ground*. Pada Gambar 5.7 digambarkan sensor suhu dengan warna kuning, sensor salinitas dengan warna hijau, sensor kekeruhan dengan warna biru. Warna merah menandakan power *output* yang menghubungkan semua VCC pada sensor dengan power *output* pada NI myRIO-1900 dan abu-abu sebagai *ground*



Gambar 5.7 Perancangan myRIO-1900 pada Sensor

2. Perancangan NI myRIO-1900 pada mini Driver motor L298

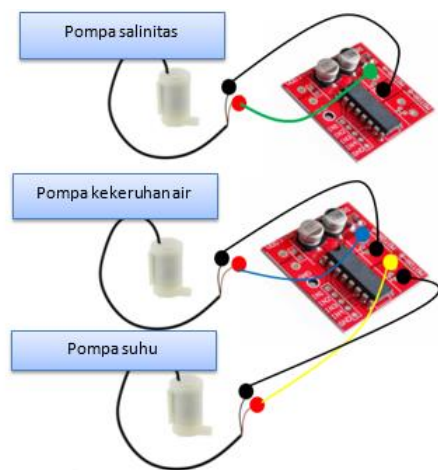
Perancangan NI myRIO-1900 pada mini driver L298 yaitu menghubungkan driver motor pada mikrokontroler myRIO-1900 yang berfungsi sebagai pengatur kecepatan putaran pompa *Pulse Width Modulation (PWM)* yang nilainya diambil dari *output fuzzy*. Perancangannya dapat dilihat pada Gambar 5.8. Pada gambar tersebut dapat dilihat penulis menggunakan dua mini driver motor L298. VCC dengan warna merah yang dihubungkan dengan pin 1 *output power*, ground dengan warna abu-abu dihubungkan dengan pin 8 digital *ground*, PWM suhu air ditandai dengan warna kuning yang dihubungkan dengan pin 27 PWM, PWM salinitas ditandai dengan warna hijau yang dihubungkan dengan pin 29 PWM, PWM kekeruhan air ditandai dengan warna biru yang dihubungkan dengan pin 31 PWM.



Gambar 5.8 Perancangan myRIO-1900 pada Driver Motor L298

3. Perancangan mini driver motor L298 pada pompa-pompa

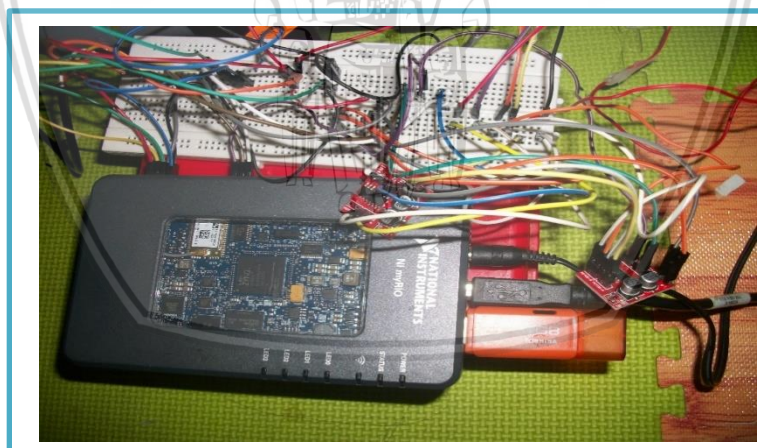
Perancangan mini driver motor L298 pada pompa-pompa dapat dilakukan setelah menghubungkan NI myRIO-1900 pada mini driver motor L298, yang terdapat pada perancangan dan implemetasi rangkaian elektrik yang kedua. Pada Gambar 5.9 dapat dilihat bahwa kabel berwarna hijau yang dihubungkan dari pipa ke driver motor L298 untuk mengatur PWM salinitas tambak udang, kabel berwarna kuning untuk mengatur PWM suhu air, dan kabel berwarna biru untuk mengatur PWM kekeruhan air.



Gambar 5.9 Perancangan Driver Motor L298 pada Pompa DC

4. Implementasi rangkaian elektrik

Pada tahap implementasi rangkaian elektrik yang dapat dilihat pada Gambar 5.10, penulis menggabungkan perancangan sebelumnya yaitu, perancangan myRIO-1900 terhadap sensor suhu, salinitas dan kekeruhan air, perancangan myRIO-1900 terhadap driver motor L298, dan perancangan driver motor L298 terhadap pompa suhu, pompa salinitas, dan pompa kekeruhan air. Pada Gambar 5.7 juga dapat dilihat flashdisk yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan *fuzzy* dan data dipasang pada *port* USB myRIO-1900



Gambar 5.10 Implementasi Rangkaian Elektrik

5.3 Perancangan dan implementasi perangkat lunak

Pada perancangan dan implementasi perangkat lunak akan dijelaskan cara sistem bekerja, berupa algoritma dan metode yang akan digunakan pada sistem.

5.3.1 Fungsi mengambil dan menampilkan data sensor

Pada fungsi ini merupakan fungsi pertama yang dibutuhkan sebelum fungsi kontrol *fuzzy* dijalankan. Untuk menampilkan data dari sensor perlu melakukan *Analog to Digital Converter* (ADC) yaitu mengubah sinyal analog ke sinyal digital. ADC dibutuhkan untuk mengolah data-data yang diambil sensor dimana data tersebut biasanya berupa tegangan atau resistansi. Prinsip kerja ADC adalah mengkonversi sinyal analog ke dalam bentuk digital yang merupakan rasio perbandingan sinyal *input* dan tegangan referensi, rumus ADC dibawah ini.

$$ADC = \frac{v_{input}}{v_{ref}} \times \text{Bit Data}$$

ADC : Merubah nilai analog ke digital

V_{input} : Tegangan masuk

V_{ref} : Tegangan referensi

Bit Data : Bit data maksimal

Pada sensor suhu LM35DZ tidak dilakukan konversi, namun tegangan yang masuk dikalikan dengan 100, sedangkan pada sensor suhu dan kekeruhan perlu dicari tegangan minimal yang dibutuhkan agar nilai yang keluar menjadi 0 dan perlu dicari *range* tegangan yang diperlukan untuk bekerja pada angka 0-50 NTU sebagai *range* yang dipakai untuk tingkat kekeruhan dan 0-50 ppt sebagai tingkat salinitas pada air. Pada Gambar 5.11 terdapat gambar flowchart pengambilan data masing-masing sensor secara parallel karena LabView merupakan pemrograman parallel. Untuk sensor kekeruhan tegangan minimal untuk mencapai angka 0 NTU terdapat pada angka 2.1 volt dan bekerja pada *range* 1 volt, yang artinya ketika angkanya berada pada 3.1 volt, kemudian dikalikan konstanta 50, maka tingkat kekeruhan berada pada angka 50 NTU. Sedangkan pada salinitas tegangan minimal untuk mencapai angka 0 ppt adalah 1.65 volt dan bekerja pada *range* 2 volt, yang artinya ketika tegangan berada pada angka 2.65 kemudian dikalikan konstanta 50, maka tingkat salinitas berada pada angka 50 ppt.

Sensor suhu = data sensor x 100

Range sensor salinitas = volt maksimum - volt minimum
= 3.65V – 1.65 V
= 2V

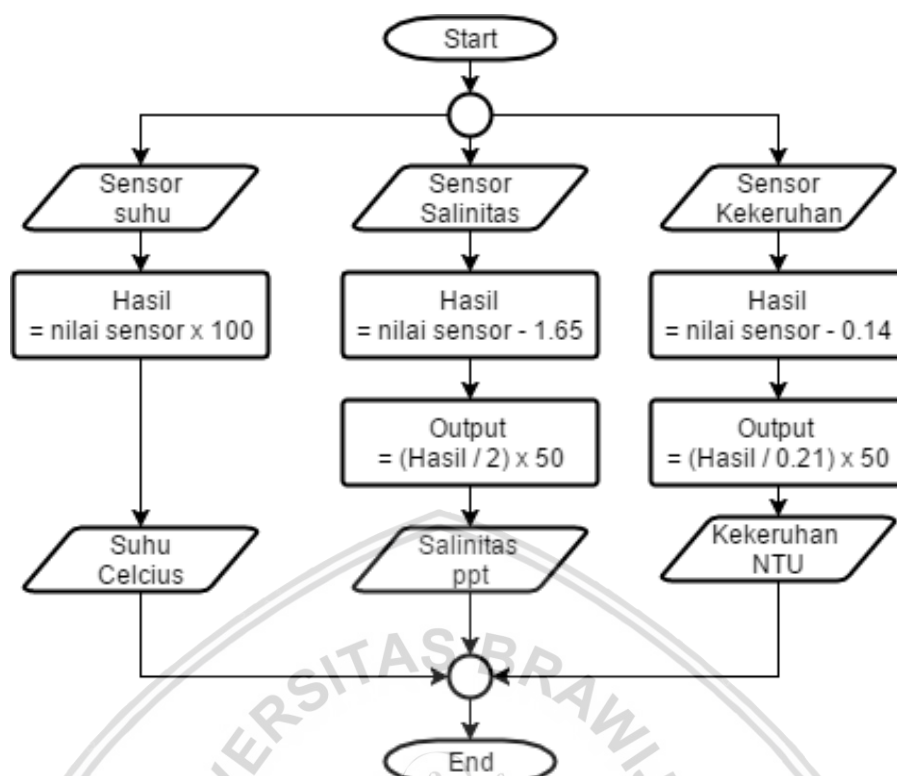
ADC minimum salinitas = $\frac{0}{2} \times 50$ = 0 ppt

ADC maksimum salinitas = $\frac{2}{2} \times 50$ = 50 ppt

Range sensor kekeruhan = volt maksimum – volt minimum
= 0.35V – 0.14V
= 0.21V

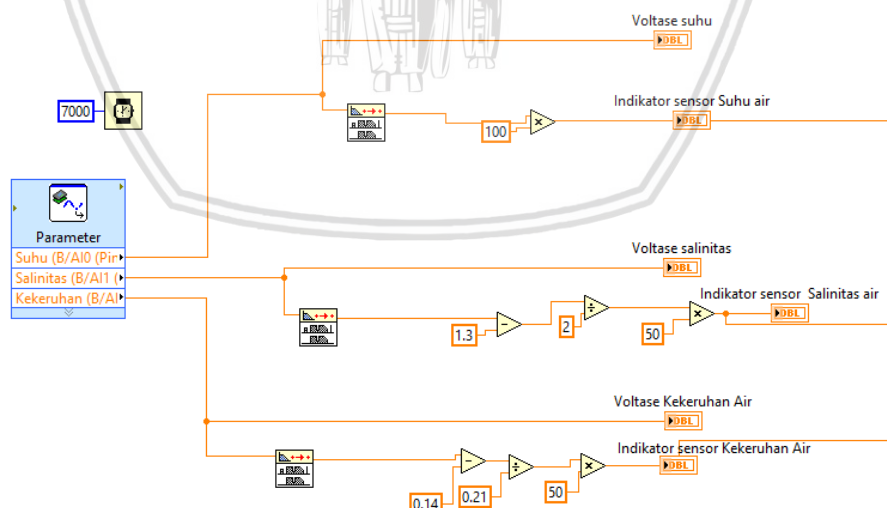
ADC minimum kekeruhan = $\frac{0}{1} \times 50$ = 0 NTU

ADC maksimum kekeruhan = $\frac{1}{1} \times 50$ = 50 NTU

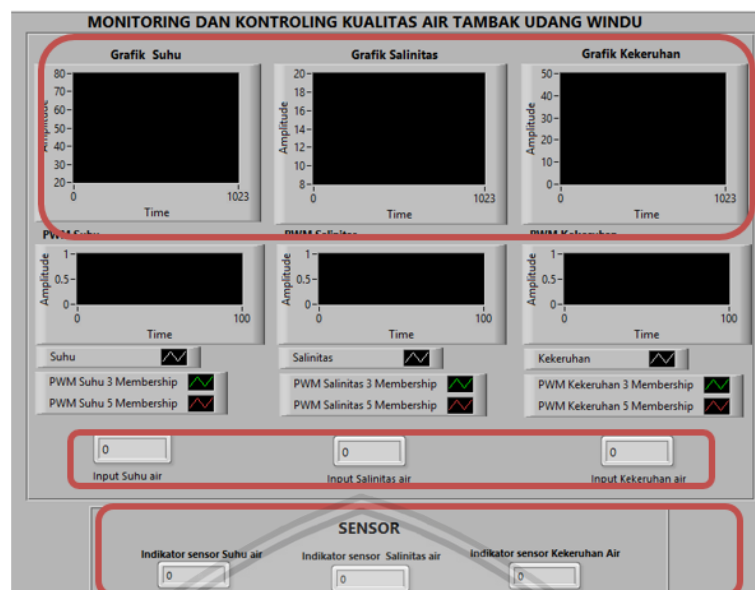


Gambar 5.11 Flowchart Pengambilan dan Menampilkan Data Sensor

Pada gambar 5.12 terdapat gambar implementasi pengambilan dan menampilkan data sensor pada LabVIEW. Pada gambar tersebut dijelaskan bahwa data yang diambil oleh sensor suhu, salinitas, dan kekeruhan air di proses oleh myRIO-1900 dengan ADC kemudian hasilnya ditampilkan.

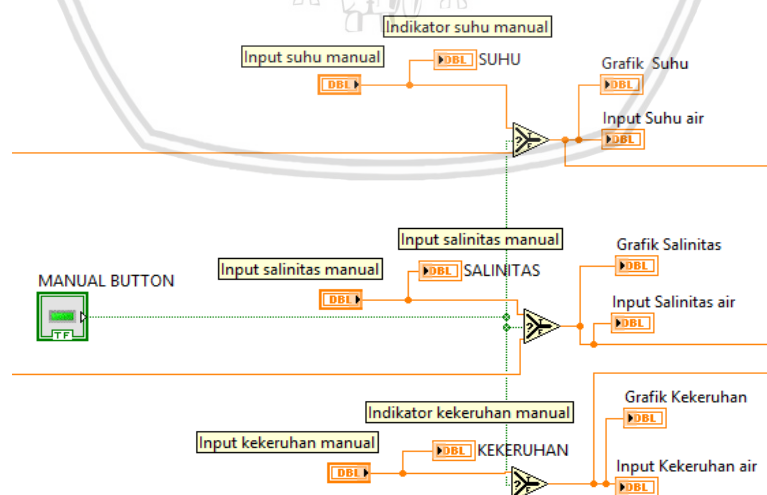


Gambar 5.12 Mengambil dan Menampilkan Data Sensor



Gambar 5.13 Implemetasi *User Interface* Menampilkan Data Sensor

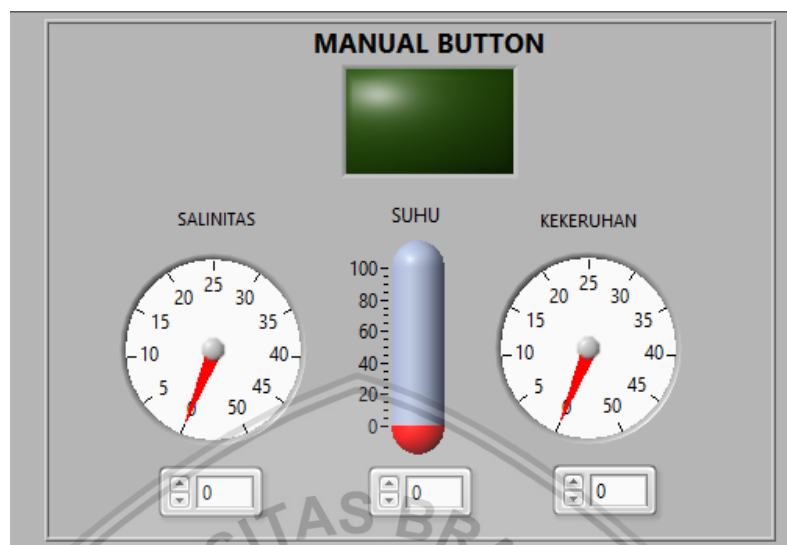
Gambar 5.13 yang ditandai dengan dengan kotak merah merupakan tampilan *user* melihat data paramater kualitas air tambak berupa suhu yang diubah ke dalam bentuk derajat celcius, salinitas yang dirubah kedalam ukuran ppt, dan kekeruhan air yang dirubah ke dalam ukuran NTU setelah melewati proses *Analog to Digital Converter*. Namun, selain mengambil data dari sensor sistem juga dapat mengambil data secara manual yang dimasukan oleh *user*. Potongan program pengambilan data manual dapat dilihat pada Gambar 5.14. Gambar tersebut, jika *user* memilih perhitungan manual maka data yang diambil sensor tidak diproses oleh sistem. Nilai yang *input* secara manual oleh *user* yang diproses oleh sistem. Setelah nilai dari *user* dimasukan setelah itu nilai akan diproses oleh *fuzzy*.



Gambar 5.14 Program Pengambilan Data Manual

Hasil dari perancangan program pengambilan data manual dapat dilihat implementasinya pada Gambar 5.15. ketika *user* menekan tombol Manual, maka

data yang sebelumnya berasal dari sensor akan berubah menjadi data parameter yang dimasukkan oleh *user*. Data *input* yang diproses *fuzzy* pun berasal dari *inputan* manual tombol manual.



Gambar 5.15 Implementasi *User Interface* Data Manual

5.3.2 Fungsi Kontrol logika *fuzzy*

Fungsi kontrol *fuzzy* merupakan tahap utama dari sistem ini karena pengontrolan kualitas air menggunakan metode *fuzzy*. Kontrol *Fuzzy* dibagi menjadi dua fungsi yaitu menentukan kualitas air dan mengontrol PWM pompa air. Pada penelitian ini penulis menggunakan dua *membership function* pada kontrol *fuzzy* yaitu tiga dan lima. *Fuzzy* dengan tiga *membership* dapat dilihat pada *flowchart* Gambar 5.16.

Untuk membuat *fuzzy* pada LabVIEW terdapat *tool* khusus yaitu *Fuzzy Sistem Designer*. Pada Tahap untuk membuat perancangan dan implementasi *fuzzy* akan dijelaskan lebih detail sebagai berikut:

1. Perancangan Kualitas Air Tambak *Fuzzy* 3 *Membership*

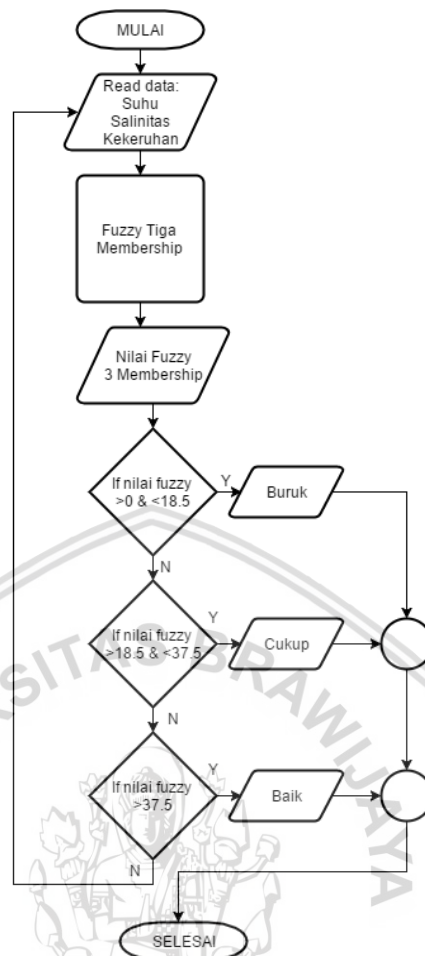
Perancangan penentuan kualitas air *fuzzy* tiga *membership* merupakan tahap pembuatan *membership* dengan mengelompokkan nilai-nilai ke dalam suatu kelompok tertentu. Nilai-nilai yang dimaksud merupakan nilai menjadi standart kualitas air tambak yang baik. Nilai tersebut berasal dari sumber-sumber yang valid yang sebelumnya dijelaskan pada bab tinjauan pustaka. Dari sumber-sumber tersebut diketahui bahwa suhu air dengan derajat 28-32 celcius, salinitas dengan tingkat ppt 25-32 dan kekeruhan dengan tingkat 30-50 NTU, merupakan nilai yang sangat baik untuk kualitas air tambak udang. Dari sumber tersebut penulis membagi parameter *input* yaitu suhu, salinitas, kekeruhan, dan *output fuzzy* kualitas air tambak menjadi tiga kategori (*Membership*). Tabel 5.1 merupakan pengelompokan data dari parameter yang digunakan. Nilai-nilai pada Tabel tersebut berasal dari dari parameter suhu, salinitas dan kekeruhan.

Tabel 5.1 Variabel Tiga *Membership*

INPUT			OUTPUT
Suhu	Salinitas	Kekeruhan	Kualitas Air Tambak Udang
Dingin ($<28^{\circ}\text{C}$)	Tawar (<25)ppt	Jernih (<30)NTU	Buruk (<18.5)
Sejuk ($22-35^{\circ}\text{C}$)	Payau ($20-35$)ppt	Keruh ($20-60$)NTU	Cukup ($18.5-37.5$)
Panas ($>32^{\circ}\text{C}$)	Asin (>32)ppt	Pekat (>50)NTU	Baik (>37.5)

Pengelompokan data-data variabel *input* sensor suhu, salinitas, kekeruhan air dan *output* kualitas air dibagi menjadi tiga kelompok atau himpunan dapat dilihat pada Tabel 5.1. Suhu dibagi menjadi Dingin, sejuk dan panas. Salinitas dibagi menjadi tawar, payau dan asin. Kekeruhan air dibagi menjadi Jernih, Keruh, Pekat. Sedangkan, untuk *output* terbagi menjadi menjadi tiga yaitu, kualitas air buruk, kualitas air cukup baik, dan terakhir kualitas air yang baik.

Pada Tabel 5.1 juga dapat dilihat, bahwa suhu dingin, suhu panas, salinitas tawar, salinitas asin, kekeruhan jernih, kekeruhan pekat merupakan parameter dengan hasil *output* kualitas air tambak yang buruk. Sedangkan suhu sejuk, salinitas payau dan kekeruhan keruh adalah parameter yang baik untuk kualitas air tambak. Jika ada dari tiga parameter tersebut dua bernilai baik dan satu bernilai buruk maka kualitas air akan menghasilkan kategori cukup atau sedang.



Gambar 5.16 Flowchart Fuzzy Tiga Membership

Gambar 5.16 merupakan diagram alir dari kerja sistem fuzzy dengan tiga *membership*. Kerja sistem kontrol fuzzy dimulai dengan pembacaan data dari sensor suhu, salinitas dan kekeruhan, setelah mendapat data sensor maka fuzzy akan mengolah data-data tersebut dengan memetakannya pada kategori-kategori yang ada, kemudian melakukan perhitungan sesuai dengan rules yang ada hingga mengeluarkan nilai *output*. Nilai *output* dibawah 18.5 maka artinya kualitas air tambak udang tersebut buruk, nilai 18.5 sampai dengan 37.5 berarti kualitas air tambak tersebut cukup atau sedang, nilai diatas 37.5 berarti kualitas air pada tambak udang baik. dengan memetakan data-data yang didapat pada rules yang telah dibuat.

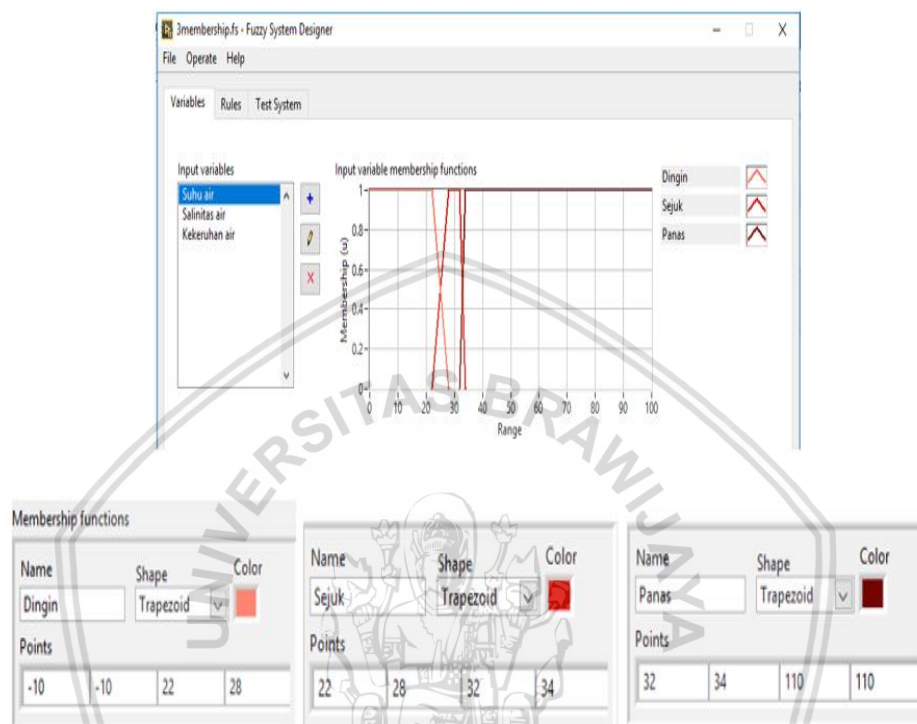
Rules merupakan pernyataan-pernyataan logika untuk menyatakan suatu kondisi. Pada penelitian ini, rules berfungsi untuk menyakan kondisi kualitas air tambak udang berdasarkan pernyataan dalam hal ini adalah variabel *input* (parameter kualitas air) dan kategori-kategori variabel *input* (*membership function*). Pada sistem ini, untuk fuzzy dengan tiga *membership* dibutuhkan 29 rules. Rules dapat dilihat pada Tabel 5.2 dibawah ini .

Tabel 5.2 Rules Fuzzy Tiga Membership

No	SUHU	SALINITAS	KEKERUHAN AIR	KUALITAS AIR TAMBAK UDANG
1	Dingin	Tawar	Jernih	Buruk
2	Dingin	Tawar	Keruh	Buruk
3	Dingin	Tawar	Pekat	Buruk
4	Dingin	Payau	Jernih	Buruk
5	Dingin	Payau	Keruh	Cukup
6	Dingin	Payau	Pekat	Buruk
7	Dingin	Asin	Jernih	Buruk
8	Dingin	Asin	Keruh	Buruk
9	Dingin	Asin	Pekat	Buruk
10	Sejuk	Tawar	Jernih	Buruk
11	Sejuk	Tawar	Keruh	Cukup
12	Sejuk	Tawar	Pekat	Buruk
13	Sejuk	Payau	Jernih	Cukup
14	Sejuk	Payau	Keruh	Bagus
15	Sejuk	Payau	Pekat	Cukup
16	Sejuk	Asin	Jernih	Buruk
17	Sejuk	Asin	Keruh	Cukup
18	Sejuk	Asin	Pekat	Buruk
19	Panas	Tawar	Jernih	Buruk
20	Panas	Tawar	Keruh	Buruk
21	Panas	Tawar	Pekat	Buruk
22	Panas	Payau	Jernih	Buruk
23	Panas	Payau	Keruh	Cukup
24	Panas	Payau	Pekat	Buruk
25	Panas	Asin	Jernih	Buruk
26	Panas	Asin	Keruh	Buruk
27	Panas	Asin	Pekat	Buruk

2. Implementasi Penentuan Kualitas air Tambak Tiga *Membership*

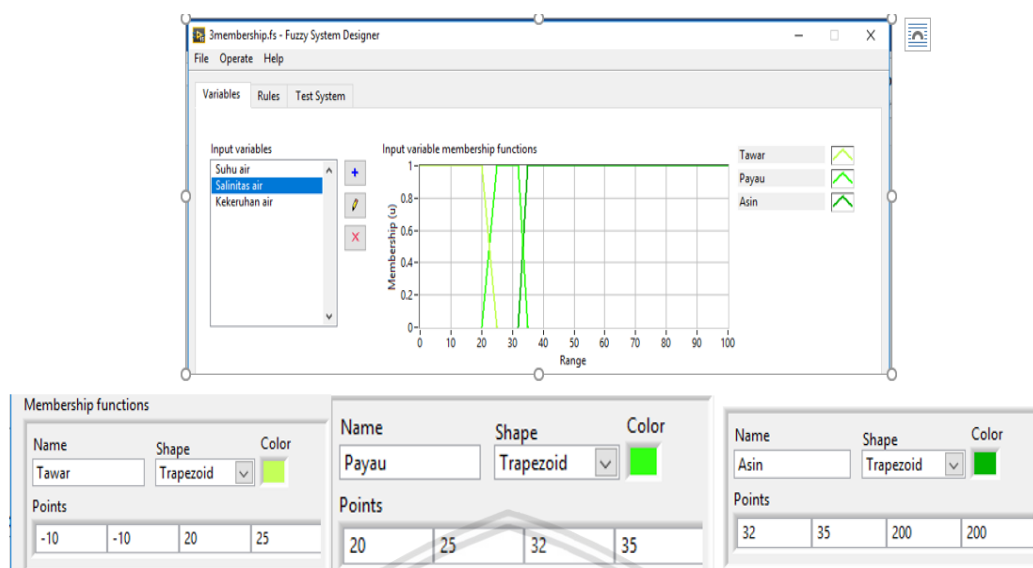
Setelah dilakukan perancangan *fuzzy*, tahap selanjutnya adalah implementasi dari hasil rancangan tersebut. Implementasi kontrol *fuzzy* pada LabVIEW dilakukan pada salah satu *tool* yang dinamakan *Fuzzy Sistem Designer*.



Gambar 5.17 Suhu Tiga *Membership*

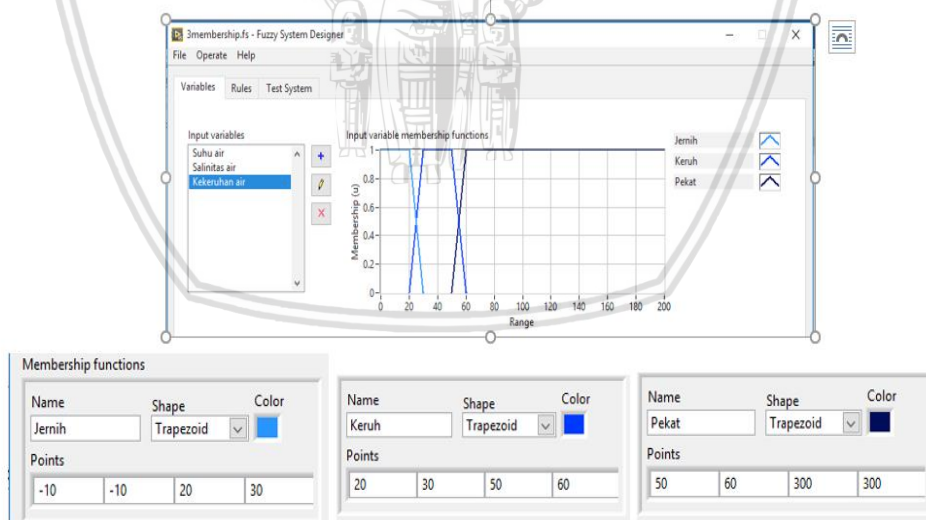
Gambar 5.17 diatas merupakan gambaran pembuatan *fuzzy* pada *fuzzy* sistem designer untuk memasukan variabel *input* dan nilai-nilai *membership* variabel *input* suhu (parameter suhu tambak udang) yang digunakan untuk membentuk *fuzzy* tiga *membership*. Pada suhu tiga *membership* kategori sejuk yang baik digunakan ada pada 28-32°C, suhu dingin minus 10 sampai 28 derajat Celsius, sedangkan suhu panas 32 samapi dengan 110 derajat celcius.

dibawah ini merupakan gambaran dari pembuatan variabel salinitas (parameter salinitas tambak udang) beserta nilai-nilai *membership* yang digunakan. Pada salinitas tiga *membership* nilai payau yang digunakan untuk kualitas air tambak udang ada pada angka 20-35 ppt. air tawar pada angka minus 10 sampai dengan 25 ppt, sedangkan paa air asin berada pada 32 sampai 200 ppt.



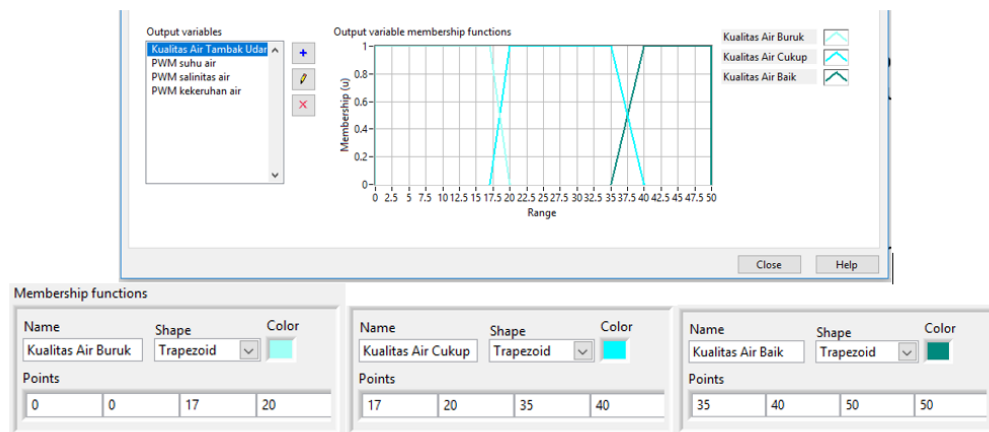
Gambar 5.18 Salinitas Tiga Membership

Gambar 5.19 di bawah merupakan gambar dari pembuatan variabel kekeruhan (parameter kekeruhan air tambak udang) beserta nilai-nilai yang digunakan pada *membership* function. Pada kekeruhan tiga *membership* dapat diketahui bahwa nilai optimal yang paling baik untuk kekeruhan air tambak udang adalah 20-60 NTU. Air dengan keadaan jernih berada pada minus 10 NTU sampai dengan 30 NTU, sedangkan air dengan kondisi pekat berada pada angka 50 sampai 300 NTU



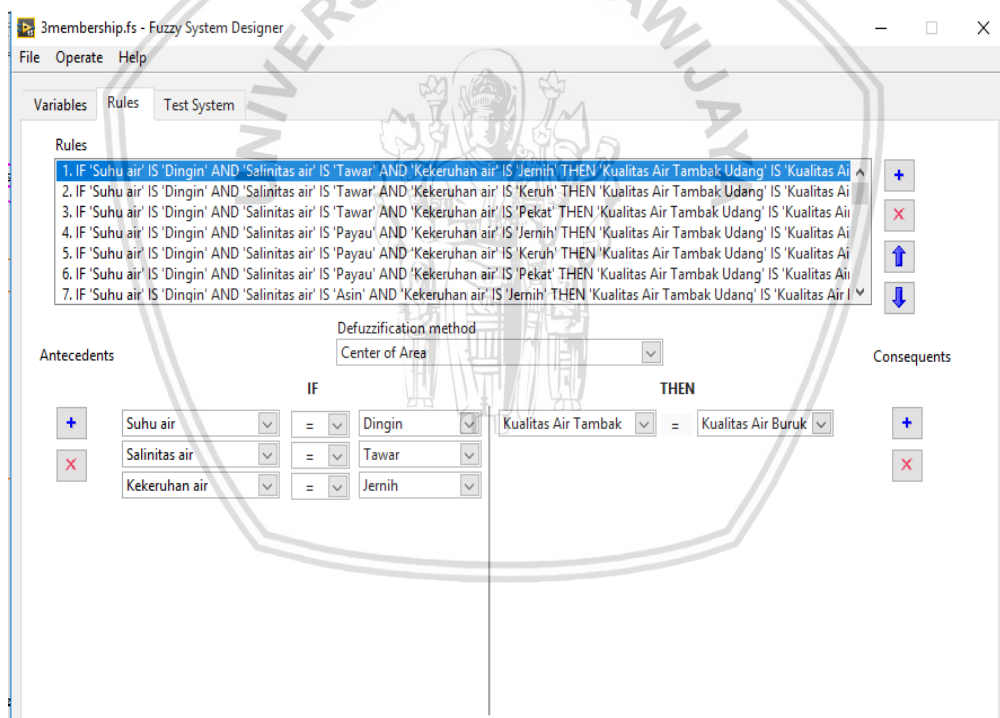
Gambar 5.19 Kekeruhan Tiga Membership

Setelah pembuatan variabel *input* adalah pembuatan variabel *output* (nilai *fuzzy* untuk menentukan kualitas air tambak udang). Variabel output dapat dilihat pada Gambar 5.20 dibawah ini. Air dengan kualitas bagus berada pada angka 35 samapi dengan 50, air dengan kualitas cukup berada pada angka 17 sampai 40, sedangkan air dengan kualitas buruk berada pada angka 0 sampai dengan 20.



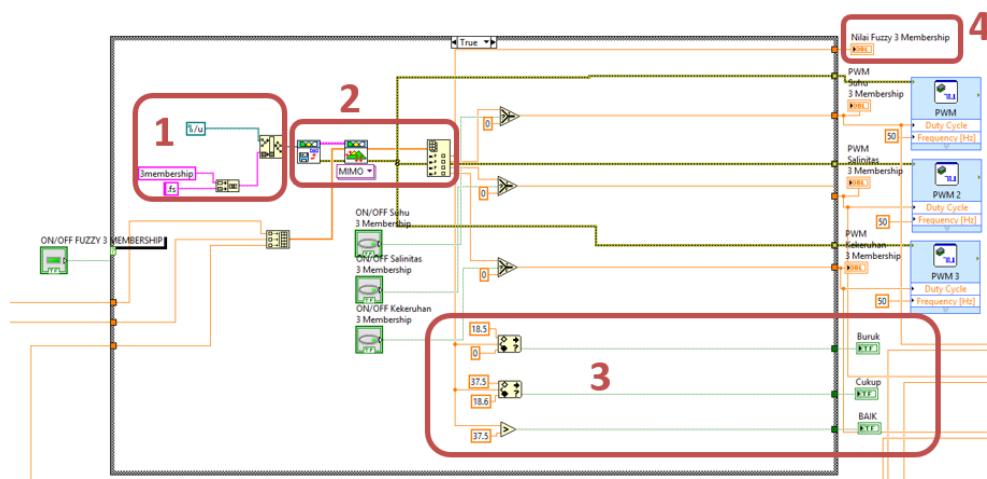
Gambar 5.20 Kualitas Air Tambak Tiga Membership

Kemudian langkah selanjutnya adalah memasukan rules yang telah dirancang sebelumnya pada perancangan *fuzzy* yang berjumlah 29 rules. Gambar 5.21 di bawah ini merupakan implementasi perancangan rules pada *fuzzy* sistem designer.



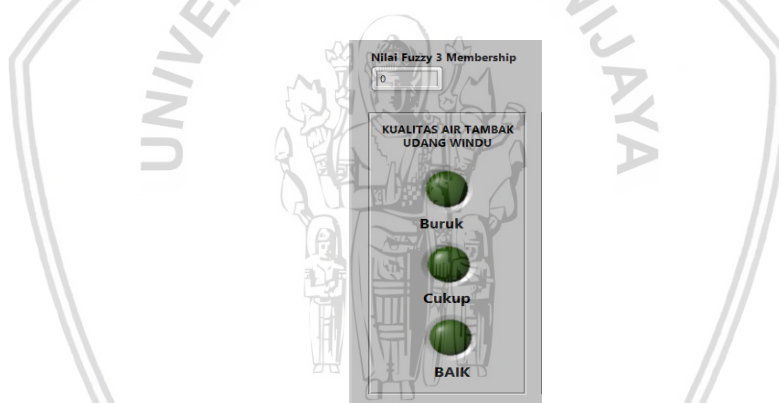
Gambar 5.21 Rules Tiga Membership

Untuk menjalankan *fuzzy* yang telah dibuat pada *fuzzy* sistem designer dapat dilihat pada Gambar 5.22. Pada bagian pertama yang ditandai dengan kotak merah file *fuzzy 3membership.fs* yang disimpan pada USB dipanggil, kemudian file *fuzzy .fs* dimasukan pada *fuzzy* sistem oleh FL Load Fuzzy Sistem.vi, setelah itu diproses oleh FL Fuzzy controller (MIMO).vi hingga mengeluarkan *output* berupa nilai *fuzzy 3 membership* yang terlihat pada kotak merah bagian 4 dan bagian 3.



Gambar 5.22 Program Fuzzy Tiga Membership

Implementasi dari potongan koding pada Gambar 5.22 dapat dilihat pada *Interface* user pada Gambar 5.23 di bawah ini, dimana dapat terlihat bahwa terdapat tiga kualitas air tingkatan yaitu buruk, cukup dan baik disertai nilai fuzzy keluar.



Gambar 5.23 Interface Fuzzy Tiga Membership

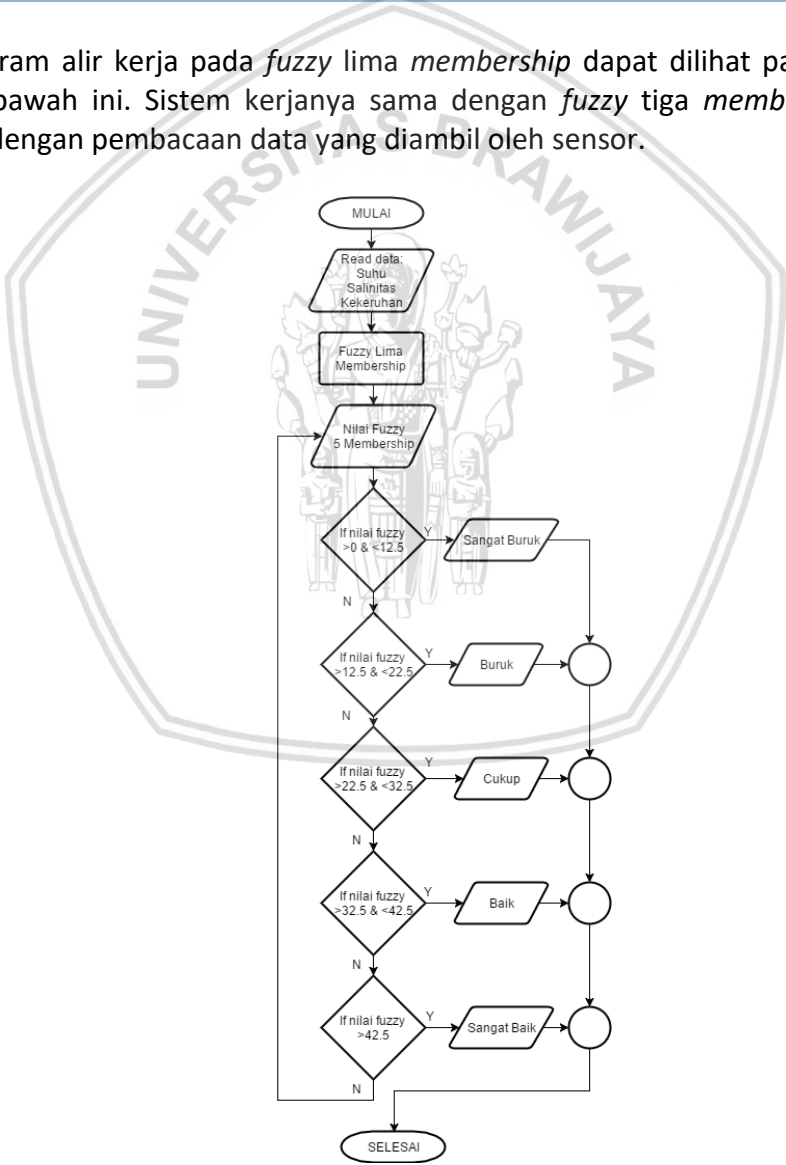
3. Perancangan Kualitas Air Tambak Fuzzy Lima Membership

Pada perancangan kualitas air tambak lima *membership* pembagian data *input* dari sensor (variabel *input*) terbagi menjadi lima kelompok atau himpunan. Pada intinya proses perancangan kualitas air tambak lima *membership* sama dengan proses perancangan fuzzy tiga *membership* yang membedakan hanya jumlah *membership*nya dan nilai-nilainya (lihat Tabel 5.3). nilai-nilai tersebut berasal dari parameter suhu, salinitas, dan kekeruhan yang dijelaskan pada dasar teori. Ketika jumlah *membership* lebih banyak maka rules yang digunakan juga jauh lebih banyak. Untuk suhu dengan lima *membership* terdiri dari sangat dingin, dingin, sejuk, optimal, hangat dan sangat panas. Untuk salinitas terdiri dari tawar, payau, sangat payau, asin, sangat asin. Sedangkan kekeruhan air terdiri dari jernih, keruh sangat keruh, pekat, sangat pekat. Dibawah ini merupakan Tabel yang akan menunjukkan pengelompokan atau pemetaan nilai-nilai dari variabel *input* (parameter kualitas air) pada kelompok tertentu (*membership*).

Tabel 5.3 Variabel Lima Membership

INPUT			OUTPUT
Suhu	Salinitas	Kekeruhan	Kualitas Air Tambak Udang
Dingin ($<22^{\circ}\text{C}$)	Tawar (<10) ppt	Jernih (<20) NTU	Sangat Buruk (<12.5)
Sejuk ($20-28^{\circ}\text{C}$)	Payau ($5-26$) ppt	Keruh ($15-30$) NTU	Buruk ($12.5 - 22.5$)
Optimal ($25-33^{\circ}\text{C}$)	Sangat Payau ($20-32$) ppt	Sangat keruh ($25-55$) NTU	Cukup ($22.5 - 32.5$)
Hangat ($31-36^{\circ}\text{C}$)	Asin ($30-40$) ppt	Pekat ($50-65$) NTU	Baik ($32.5 - 42.5$)
Panas ($>35^{\circ}\text{C}$)	Sangat Asin (>35) ppt	Sangat pekat (>60) NTU	Sangat Baik (> 42.5)

Diagram alir kerja pada *fuzzy lima membership* dapat dilihat pada Gambar 5.24 di bawah ini. Sistem kerjanya sama dengan *fuzzy tiga membership* yaitu dimulai dengan pembacaan data yang diambil oleh sensor.



Gambar 5.24 Flowchart Fuzzy Lima Membership

Kemudian diproses oleh sistem *fuzzy lima membership* sehingga mengeluarkan *output*. *Output* dengan nilai antara 0 - 12.5 diartikan sebagai kualitas air tambak sangat buruk. *Output* nilai *fuzzy* antara 12.5 – 22.5 maka kualitas air tambak dikatakan buruk. *Output* dengan nilai 22.5 – 32.5 diartikan sebagai kualitas air tambak yang cukup. *Output fuzzy* dengan nilai 32.5 – 42.5 diartikan kualitas air tambak yang baik, dan jika lebih dari 42,5 maka kualitas air tambak udang dikatakan sangat baik.

Tabel 5.4 Variabel Lima Membership

KUALITAS AIR TAMBAK UDANG	PWM SUHU	PWM SALINITAS	PWM KEKERUHAN AIR
Sangat buruk	Sangat pelan	Sangat pelan	Sangat pelan
Buruk	Pelan	Pelan	Pelan
Cukup	Normal	Normal	Normal
Baik	Cepat	Cepat	Cepat
Sangat baik	Sangat cepat	Sangat cepat	Sangat cepat

Setelah dilakukan pembuatan *membership function* (pemetaan data) pada variabel *input* dan *output*, maka selanjutnya adalah pembuatan rules. Banyaknya rules yang harus dibuat dengan lima *membership* berjumlah 125 rules. Untuk rules yang dibuat dapat dilihat pada Tabel 5.5 di bawah ini.

Tabel 5.5 Rules Fuzzy Lima Membership

NO	SUHU	SALINITAS	KEKERUHAN AIR	KUALITAS AIR TAMBAK
1	Dingin	Tawar	Jernih	Sangat Buruk
2	Dingin	Tawar	Keruh	Sangat Buruk
3	Dingin	Tawar	Sangat Keruh	Buruk
4	Dingin	Tawar	Pekat	Sangat Buruk
5	Dingin	Tawar	Sangat Pekat	Sangat Buruk
6	Dingin	Payau	Jernih	Buruk
7	Dingin	Payau	Keruh	Cukup
8	Dingin	Payau	Sangat Keruh	Cukup
9	Dingin	Payau	Pekat	Buruk
10	Dingin	Payau	Sangat Pekat	Sangat Buruk
11	Dingin	Sangat Payau	Jernih	Sangat Buruk
12	Dingin	Sangat Payau	Keruh	Cukup
13	Dingin	Sangat Payau	Sangat Keruh	Baik

NO	SUHU	SALINITAS	KEKERUHAN AIR	KUALITAS AIR TAMBAK
14	Dingin	Sangat Payau	Pekat	Cukup
15	Dingin	Sangat Payau	Sangat Pekat	Buruk
16	Dingin	Asin	Jernih	Sangat Buruk
17	Dingin	Asin	Keruh	Sangat Buruk
18	Dingin	Asin	Sangat Keruh	Cukup
19	Dingin	Asin	Pekat	Buruk
20	Dingin	Asin	Sangat Pekat	Sangat Buruk
21	Dingin	Sangat Asin	Jernih	Sangat Buruk
22	Dingin	Sangat Asin	Keruh	Sangat Buruk
23	Dingin	Sangat Asin	Sangat Keruh	Buruk
24	Dingin	Sangat Asin	Pekat	Sangat Buruk
25	Dingin	Sangat Asin	Sangat Pekat	Sangat Buruk
26	Sejuk	Tawar	Jernih	Sangat Buruk
27	Sejuk	Tawar	Keruh	Buruk
28	Sejuk	Tawar	Sangat Keruh	Buruk
29	Sejuk	Tawar	Pekat	Buruk
30	Sejuk	Tawar	Sangat Pekat	Sangat Buruk
31	Sejuk	Payau	Jernih	Buruk
32	Sejuk	Payau	Keruh	Cukup
33	Sejuk	Payau	Sangat Keruh	Cukup
34	Sejuk	Payau	Pekat	Cukup
35	Sejuk	Payau	Sangat Pekat	Cukup
36	Sejuk	Sangat Payau	Jernih	Buruk
37	Sejuk	Sangat Payau	Keruh	Cukup
38	Sejuk	Sangat Payau	Sangat Keruh	Baik
39	Sejuk	Sangat Payau	Pekat	Baik
40	Sejuk	Sangat Payau	Sangat Pekat	Cukup
41	Sejuk	Asin	Jernih	Buruk
42	Sejuk	Asin	Keruh	Cukup
43	Sejuk	Asin	Sangat Keruh	Cukup

NO	SUHU	SALINITAS	KEKERUHAN AIR	KUALITAS AIR TAMBAK
44	Sejuk	Asin	Pekat	Buruk
45	Sejuk	Asin	Sangat Pekat	Buruk
46	Sejuk	Sangat Asin	Jernih	Buruk
47	Sejuk	Sangat Asin	Keruh	Cukup
48	Sejuk	Sangat Asin	Sangat Keruh	Baik
49	Sejuk	Sangat Asin	Pekat	Cukup
50	Sejuk	Sangat Asin	Sangat Pekat	Sangat Buruk
51	Optimal	Tawar	Jernih	Sangat Buruk
52	Optimal	Tawar	Keruh	Buruk
53	Optimal	Tawar	Sangat Keruh	Cukup
54	Optimal	Tawar	Pekat	Cukup
55	Optimal	Tawar	Sangat Pekat	Buruk
56	Optimal	Payau	Jernih	Cukup
57	Optimal	Payau	Keruh	Baik
58	Optimal	Payau	Sangat Keruh	Baik
59	Optimal	Payau	Pekat	Cukup
60	Optimal	Payau	Sangat Pekat	Cukup
61	Optimal	Sangat Payau	Jernih	Cukup
62	Optimal	Sangat Payau	Keruh	Sangat Baik
63	Optimal	Sangat Payau	Sangat Keruh	Sangat Baik
64	Optimal	Sangat Payau	Pekat	Cukup
65	Optimal	Sangat Payau	Sangat Pekat	Cukup
66	Optimal	Asin	Jernih	Buruk
67	Optimal	Asin	Keruh	Baik
68	Optimal	Asin	Sangat Keruh	Baik
69	Optimal	Asin	Pekat	Cukup
70	Optimal	Asin	Sangat Pekat	Buruk
71	Optimal	Sangat Asin	Jernih	Sangat Buruk
72	Optimal	Sangat Asin	Keruh	Buruk
73	Optimal	Sangat Asin	Sangat Keruh	Baik

NO	SUHU	SALINITAS	KEKERUHAN AIR	KUALITAS AIR TAMBAK
74	Optimal	Sangat Asin	Pekat	Cukup
75	Optimal	Sangat Asin	Sangat Pekat	Buruk
76	Hangat	Tawar	Jernih	Sangat Buruk
77	Hangat	Tawar	Keruh	Buruk
78	Hangat	Tawar	Sangat Keruh	Buruk
79	Hangat	Tawar	Pekat	Buruk
80	Hangat	Tawar	Sangat Pekat	Sangat Buruk
81	Hangat	Payau	Jernih	Cukup
82	Hangat	Payau	Keruh	Baik
83	Hangat	Payau	Sangat Keruh	Sangat Baik
84	Hangat	Payau	Pekat	Baik
85	Hangat	Payau	Sangat Pekat	Cukup
86	Hangat	Sangat Payau	Jernih	Cukup
87	Hangat	Sangat Payau	Keruh	Baik
88	Hangat	Sangat Payau	Sangat Keruh	Sangat Baik
89	Hangat	Sangat Payau	Pekat	Baik
90	Hangat	Sangat Payau	Sangat Pekat	Cukup
91	Hangat	Asin	Jernih	Cukup
92	Hangat	Asin	Keruh	Baik
93	Hangat	Asin	Sangat Keruh	Sangat Baik
94	Hangat	Asin	Pekat	Baik
95	Hangat	Asin	Sangat Pekat	Cukup
96	Hangat	Sangat Asin	Jernih	Buruk
97	Hangat	Sangat Asin	Keruh	Cukup
98	Hangat	Sangat Asin	Sangat Keruh	Baik
99	Hangat	Sangat Asin	Pekat	Buruk
100	Hangat	Sangat Asin	Sangat Pekat	Sangat Buruk
101	Panas	Tawar	Jernih	Sangat Buruk
102	Panas	Tawar	Keruh	Sangat Buruk
103	Panas	Tawar	Sangat Keruh	Buruk

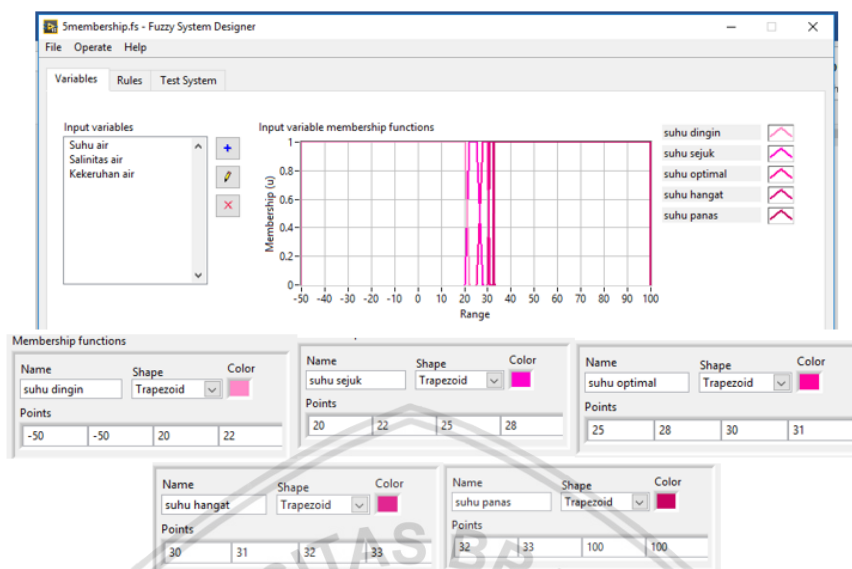
NO	SUHU	SALINITAS	KEKERUHAN AIR	KUALITAS AIR TAMBAK
104	Panas	Tawar	Pekat	Sangat Buruk
105	Panas	Tawar	Sangat Pekat	Sangat Buruk
106	Panas	Payau	Jernih	Buruk
107	Panas	Payau	Keruh	Buruk
108	Panas	Payau	Sangat Keruh	Cukup
109	Panas	Payau	Pekat	Buruk
110	Panas	Payau	Sangat Pekat	Sangat Buruk
111	Panas	Sangat Payau	Jernih	Buruk
112	Panas	Sangat Payau	Keruh	Cukup
113	Panas	Sangat Payau	Sangat Keruh	Cukup
114	Panas	Sangat Payau	Pekat	Buruk
115	Panas	Sangat Payau	Sangat Pekat	Buruk
116	Panas	Asin	Jernih	Sangat Buruk
117	Panas	Asin	Keruh	Buruk
118	Panas	Asin	Sangat Keruh	Cukup
119	Panas	Asin	Pekat	Buruk
120	Panas	Asin	Sangat Pekat	Buruk
121	Panas	Sangat Asin	Jernih	Sangat Buruk
122	Panas	Sangat Asin	Keruh	Sangat Buruk
123	Panas	Sangat Asin	Sangat Keruh	Buruk
124	Panas	Sangat Asin	Pekat	Sangat buruk
125	Panas	Sangat Asin	Sangat Pekat	Sangat buruk

4. Implementasi Kualitas Air Tambak Lima *Membership*

Tahap kualitas air tambak udang lima *membership* sama dengan tiga *membership*, yaitu dengan menggunakan *tool Fuzzy Sistem Designer* yang ada pada aplikasi LabVIEW. Pada implementasi parameter suhu (variabel *input* suhu) dapat dilihat pada Gambar 5.25.

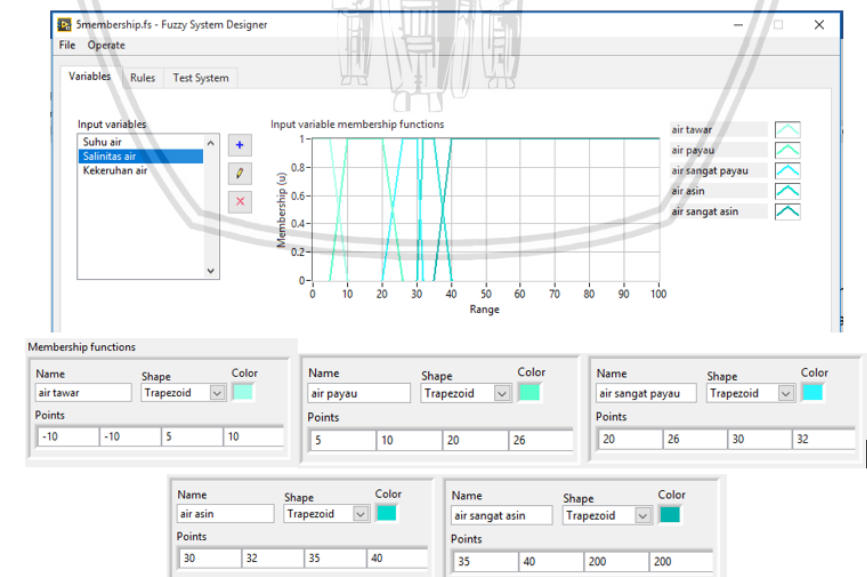
Pada Gambar 5.25 di bawah ini terlihat pembuatan *fuzzy* lima *membership* dari nilai-nilai parameter patokan suhu yang telah dibuat pada proses perancangan dengan suhu dingin minus 50 derajat celcius sampai dengan 22 derajat celcius, suhu sejuk 20 derajat celcius sampai dengan 28 derajat celcius. Suhu optimal pada angka 25 sampai dengan 31 derajat celcius, suhu hangat 30

derajat celcius sampai dengan 33 derajat celcius. Sedangkan untuk suhu panas 32 derajat celcius sampai dengan 100 derajat celcius.



Gambar 5.25 Suhu Fuzzy Lima Membership

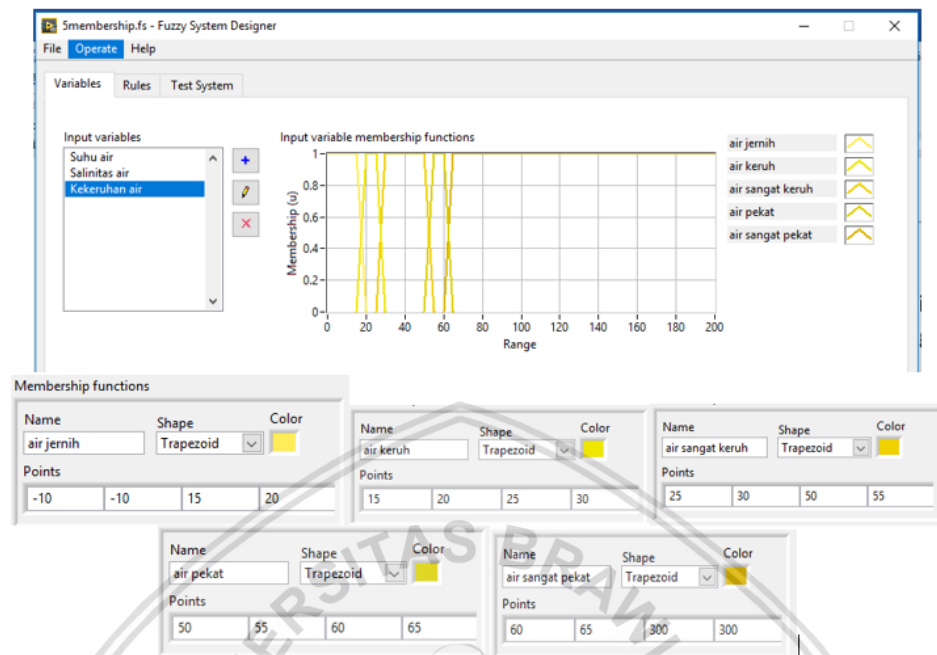
Pada Gambar 5.26 di bawah ini dapat terlihat bahwa salinitas dengan fuzzy lima membership mempunyai nilai air tawar pada minus 10 ppt sampai dengan 10 ppt, untuk air payau berada pada 5 sampai dengan 26 ppt, air sangat payau berada pada 20 ppt sampai 32 ppt, air asin dari 30 ppt sampai dengan 40 ppt, sedangkan untuk sangat asin berada pada 35 sampai dengan 200 ppt.



Gambar 5.26 Salinitas Fuzzy Lima Membership

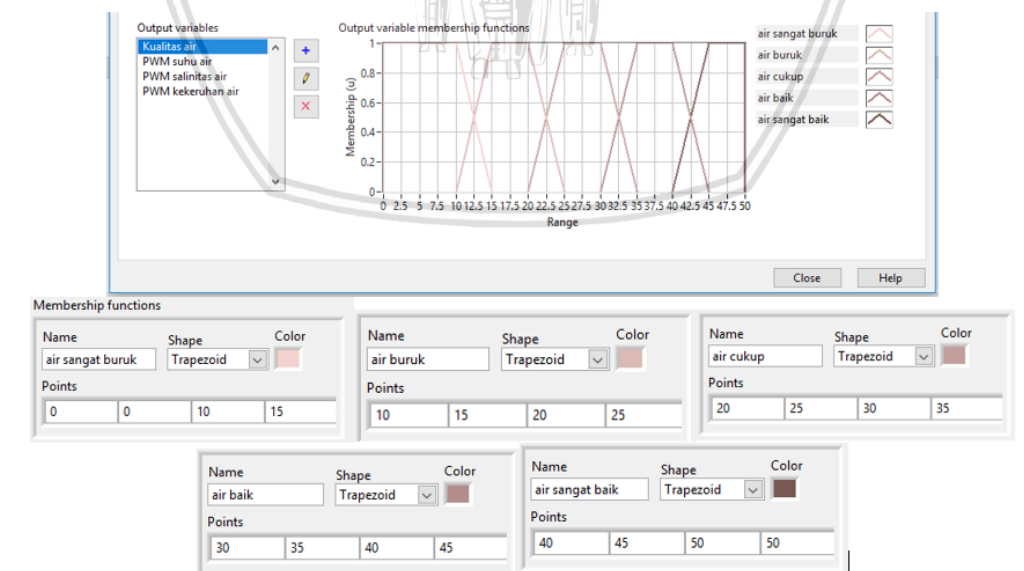
Pada Gambar 5.26 di bawah ini dapat terlihat bahwa kekeruhan dengan fuzzy lima membership mempunyai nilai tingkat jernih pada minus 10 sampai 20 NTU, kemudian air keruh dari 15 sampai dengan 30 NTU, air sangat keruh berada pada

25 NTU sampai dengan 55 NTU, air pekat berada diantara 50 NTU sampai dengan 65 NTU, kemudian air sangat oekat berada pada 60 NTU sampai dengan 300 NTU.



Gambar 5.27 Kekeruhan Fuzzy Lima Membership

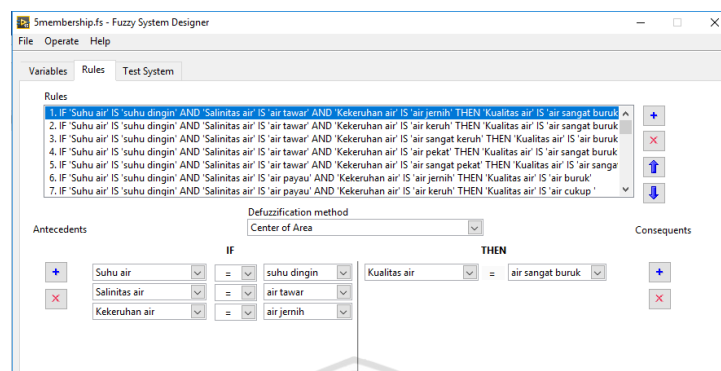
Pada Gambar 5.28 di bawah ini kualitas air yang sangat buruk berada pada angka 0 sampai 15, kemudian air buruk berada pada angka 10 sampai dengan 25, air cukup baik berada pada angka 20 sampai 35, air dengan nilai baik berada pada angka 30 samapi 45. Terakhir air dengan kualitas sangat baik berada pada angka 40 samapi dengan 50.



Gambar 5.28 Kualitas Air Tambak Lima Membership

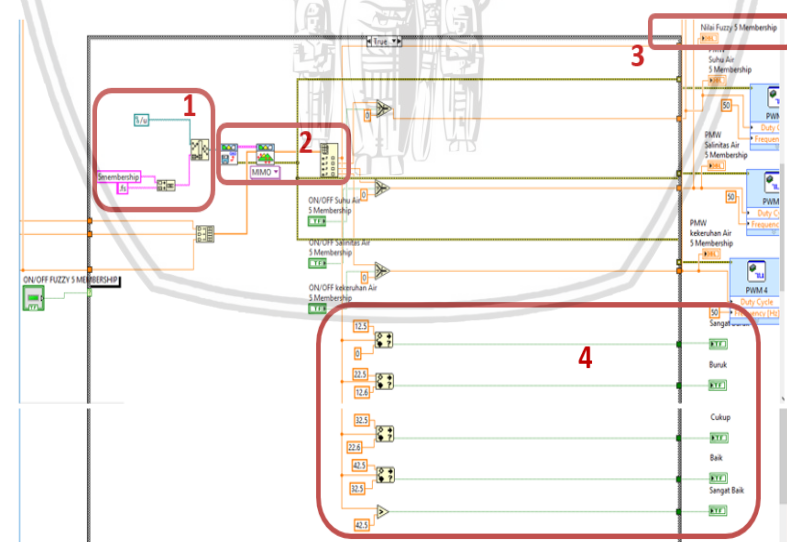
Setelah dilakukan pembuatan *membership* function tiap-tiap variabel *input* (parameter kualitas air tambak) dan *output*, maka dibuatlah rules yang sama

seperti pada *fuzzy* tiga *membership*. Rules lima *membership* dapat dilihat pada Gambar 5.29 di bawah ini.



Gambar 5.29 Rules *Fuzzy* Lima *Membership*

Kemudian, *fuzzy* dapat dipanggil dengan membuat program pemanggilan dan pemrosesan *fuzzy* hingga mengeluarkan nilai *output* pada diagram blok LabVIEW. Program pemanggilan dapat dilihat pada Gambar 5.30 di bawah ini. Pada gambar tersebut, bagian pertama yang ditandai dengan kotak merah ada fungsi untuk memanggil file *fuzzy* yang tersimpan pada USB yang terhubung langsung pada myRIO-1900, kemudian terdapat FL Load *Fuzzy* Sistem.vi yang berfungsi untuk memasukan *fuzzy* pada sistem yang selanjutnya diproses oleh FL *Fuzzy* Controller (MIMO).vi hingga mengeluarkan sebuah nilai yang ditampilkan pada bagian tiga dan empat.



Gambar 5.30 Program *Fuzzy* Lima *Membership*

Tahap selanjutnya adalah implementasi *interface* untuk menampilkan *fuzzy* lima *membership* dari program yang ada pada Gambar 5.30, tampilan *interface* dapat dilihat pada Gambar 5.31 di bawah ini.



Gambar 5.31 Interface Fuzzy Lima Membership

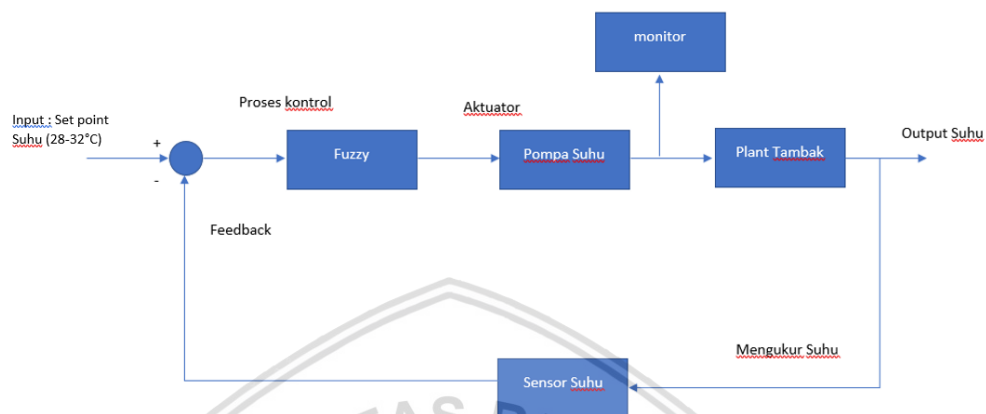
5. Perancangan Kontrol PWM Fuzzy Tiga Membership

Pada perancangan kontrol PWM digunakan untuk mengontrol putaran pompa berdasarkan nilai dari masing-masing sensor. Proses perancangan kontrol PWM sama seperti perancangan kualitas air. Namun mempunyai *membership* dan rules yang berbeda. *Membership* dan rules kontrol PWM dapat dilihat pada Tabel 5.6 di bawah ini.

Tabel 5.6 Rules Kontrol PWM Fuzzy Tiga Membership

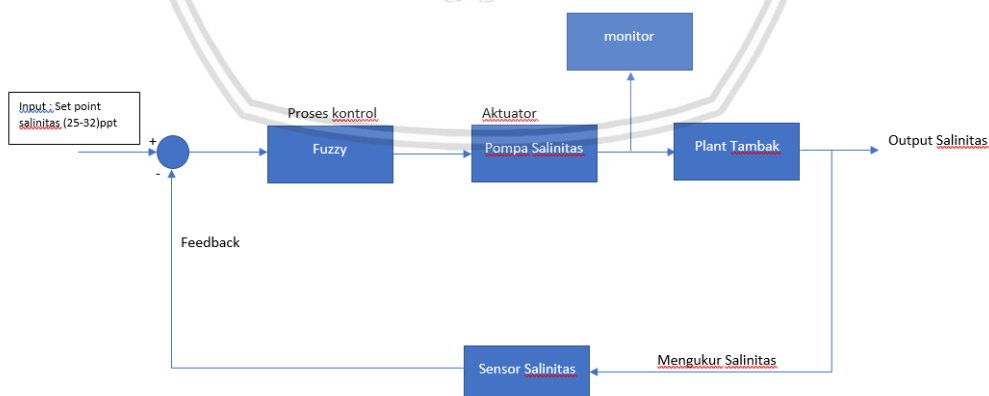
Suhu	PWM Pompa Suhu (Duty Cycle)
Dingin (<28) $^{\circ}\text{C}$	Pelan (0 - 0.6)
Sejuk (22-34) $^{\circ}\text{C}$	Normal (0.5 – 0.9)
Panas (>32) $^{\circ}\text{C}$	Cepat (0.8 – 1)
Salinitas	PWM Pompa Salinitas
Tawar (<25)ppt	Pelan (0 – 0.5)
Payau (20-35)ppt	Normal (0.5 – 0.9)
Asin (>32)ppt	Cepat (0.9 – 1)
Kekeruhan Air	PWM Pompa Kekeruhan
Jernih (<30)NTU	Pelan (0 – 0.5)
Keruh (20-60)NTU	Normal (0.4 – 0.9)
Pekat (>50)NTU	Cepat (0.8 – 1)

Dari Tabel 5.5 dapat diketahui bahwa rang dari PWM antara 0 sampai dengan 1, sedangkan nilai suhu, salinitas dan kekeruhan diambil dari nilai yang dipakai untuk menentukan kualitas suhu air menggunakan 3 *membership*. untuk cara kerja dari Kontrol PWM ini dapat diketahui dengan diagram blok pada Gambar 5.32 di bawah ini.



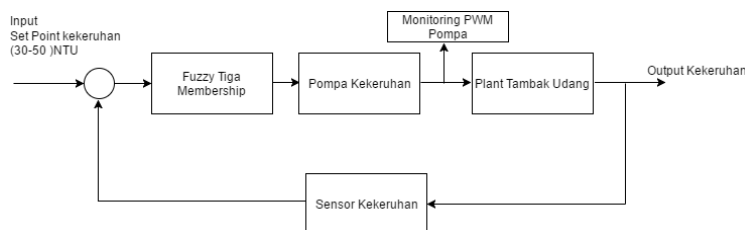
Gambar 5.32 Diagram Blok Kontrol PWM Suhu Tiga *Membership*

Pada Gambar 5.32 diketahui bahwa *fuzzy* mengontrol PWM sesuai dengan set point yang telah ditentukan yaitu suhu dengan derajat antara 28-32 jika suhu dingin maka pompa sebagai aktuator akan berputar untuk mempengaruhi suhu yang ada pada plant (*prototype* tambak udang) dan menampilkan, kemudian suhu akan diukur kembali oleh sensor untuk mengetahui perubahan suhu setelah aktuator dijalankan, apakah suhu pada tambak sudah sesuai dengan set point yang diinginkan, jika belum maka *fuzzy* akan terus mengontrol pompa untuk jalan, begitu seterusnya sampai suhu sudah sama dengan set point. Hal ini berlaku sama pada salinitas dan kekeruhan. Untuk salinitas diagram blok dapat dilihat pada Gambar 5.33



Gambar 5.33 Diagram Blok Kontrol PWM Salinitas Tiga *Membership*

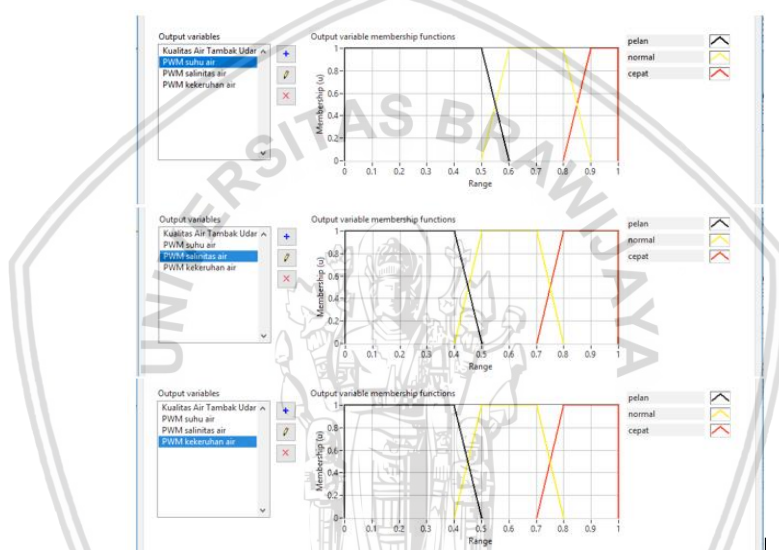
Diagram blok Kontrol PWM salinitas menggunakan kontrol *fuzzy* tiga *membership* pada Gambar 5.33 dapat diketahui bahwa setpoint yang diinginkan adalah 25-32 ppt. untuk kekeruhan dapat dilihat pada Gambar 5.34 dibawah.



Gambar 5.34 Diagram Blok Kontrol PWM Kekeruhan Tiga Membership

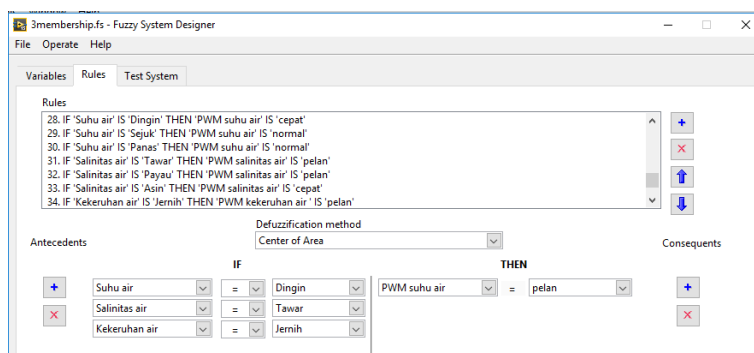
6. Implementasi Kontrol PWM Fuzzy Tiga Membership

Untuk melakukan implementasi kontrol PWM fuzzy langkah pertama adalah pembuatan fuzzy dengan menggunakan fuzzy sistem designer, seperti yang terdapat pada Gambar 5.35, pada gambar tersebut dibuat berdasarkan perancangan yang dibuat pada Tabel 5.5.



Gambar 5.35 Fuzzy Kontrol PWM Tiga Membership

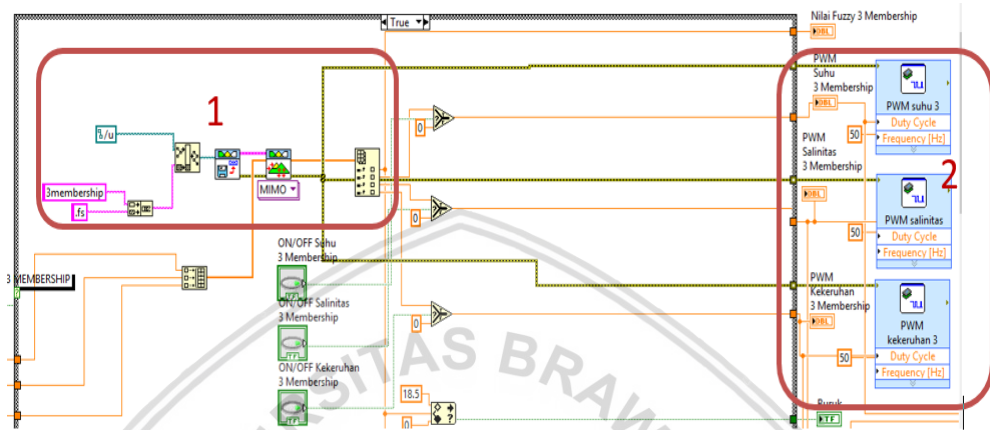
Untuk penulisan rules pada fuzzy sistem designer dilakukan sama seperti implemetasi rules pada fuzzy tiga dan lima membership. implementasi rules PWM Tiga membership dapat dilihat pada Gambar 5.36 di bawah ini.



Gambar 5.36 Implementasi Rules Fuzzy Tiga Membership

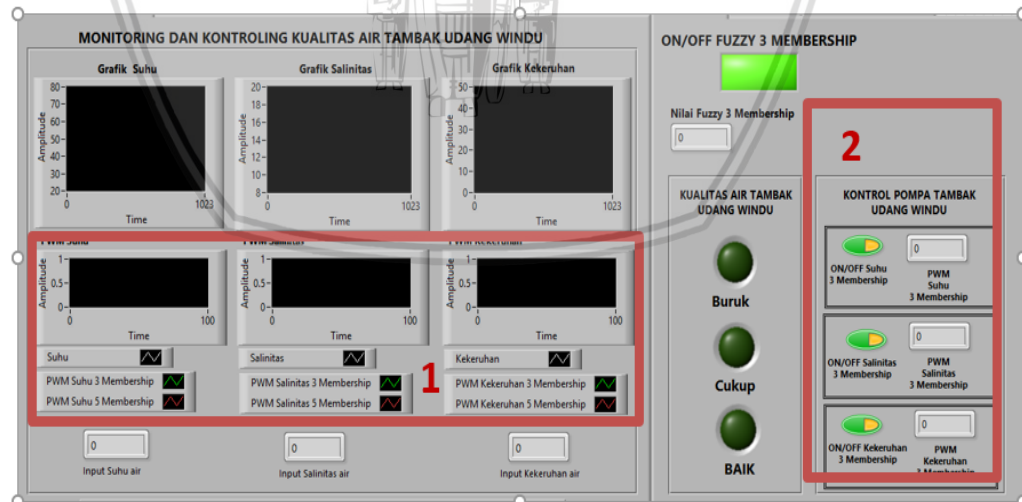
Selanjutnya untuk implementasi program dari hasil perancangan pada fuzzy sistem designer dapat dilihat pada Gambar 5.37 di bawah ini. Pada gambar

tersebut fungsi pemanggilan dan pemrosesan *fuzzy* pada bagian pertama yang ditandai kotak merah sama dengan *fuzzy* tiga dan lima *membership*, yang membedakan hanya pada *output fuzzy*, *output* kontrol PWM *fuzzy* dapat dilihat pada bagian 2 gambar, terdapat PWM untuk mengontrol suhu, salinitas dan kekeruhan yg nilainya berasal dari hasil *output fuzzy*. namun pada kontrol PWM ini file *fuzzy*.fs sama dengan file *fuzzy*.fs pada file menentukan kualitas air tambak udang menggunakan tiga *membership*.



Gambar 5.37 Program PWM Tiga Membership

Untuk implementasi *interface* hasil dari program yang ada pada Gambar 5.37 dapat dilihat pada Gambar 5.38 di bawah ini. Pada bagian pertama yang ditandai dengan kotak merupakan tampilan dari grafik, sedangkan bagian kedua tampilan dari nilai *output fuzzy* dan manual button berwarna hijau juning berfungsi untuk mematikan dan menghidupkan pompa secara manual langsung dari *user*.



Gambar 5.38 Interface PWM Tiga Membership

7. Perancangan Kontrol PWM Fuzzy Lima Membership

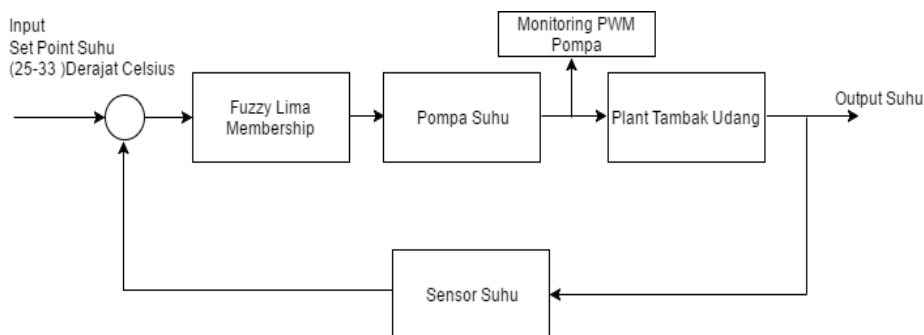
Pada perancangan kontrol PWM *fuzzy* lima *membership* yaitu mengontrol putaran pompa air dengan lima kategori kecepatan, yaitu sangat pelan, pelan, normal, cepat, sangat cepat dengan *input* berupa suhu, salinitas dan kekeruhan air. Dari Tabel 5.9 dapat diketahui nilai-nilai *membership* function pada *input*

variabel yang sama persis dengan nilai *membership* penentuan kualitas air lima *membership* yang berbeda adalah *outputnya* nilai *fuzzynya* merupakan nilai untuk mengontrol PWM pompa.

Tabel 5.7 Rules PWM Lima Membership

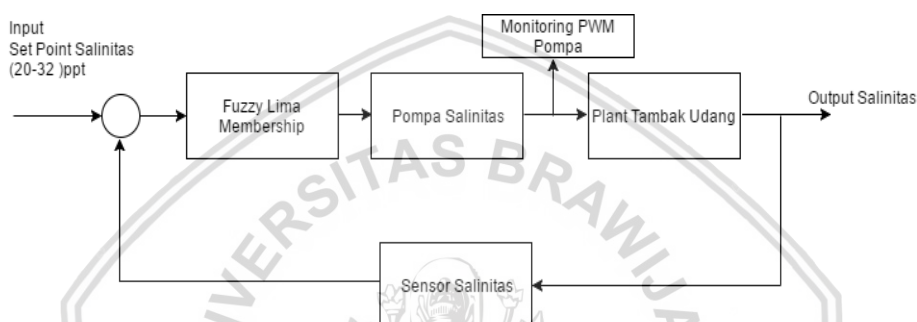
Suhu	PWM Pompa Suhu (Duty Cycle)
Dingin (<22)°C	Sangat Pelan (0 - 0.5)
Sejuk (20-28)°C	Pelan (0.45 – 0.65)
Optimal (25-33)°C	Normal (0.6 - 0.75)
Hangat (31-36)°C	Cepat (0.7 - 0.9)
Panas (>35)°C	Sangat Cepat (0.85 - 1)
Salinitas	PWM Pompa Salinitas
Tawar (<10) ppt	Sangat Pelan (0 - 0.5)
Payau (5-26) ppt	Pelan (0.45 – 0.65)
Sangat Payau (20-32) ppt	Normal (0.6 - 0.75)
Asin (30-40) ppt	Cepat (0.7 - 0.9)
Sangat Asin (>35) ppt	Sangat Cepat (0.85 - 1)
Kekeruhan Air	PWM Pompa Salinitas
Jernih (<20) NTU	Sangat Pelan (0 - 0.5)
Keruh (15-30) NTU	Pelan (0.45 – 0.65)
Sangat keruh (25-55) NTU	Normal (0.6 - 0.75)
Pekat (50-65) NTU	Cepat (0.7 - 0.9)
Sangat pekat (>60) NTU	Sangat Cepat (0.85 - 1)

Tahap selanjutnya adalah menggambarkan cara kerja dari masing-masing dengan menggunakan blok diagram Gambar 5.39, dari gambar tersebut dapat diketahui bahwa suhu yng diinginkan ada pada 25-33 derajat celcius maka *fuzzy* akan terus mengontrol sampai suhu yang diinginkan tercapai.



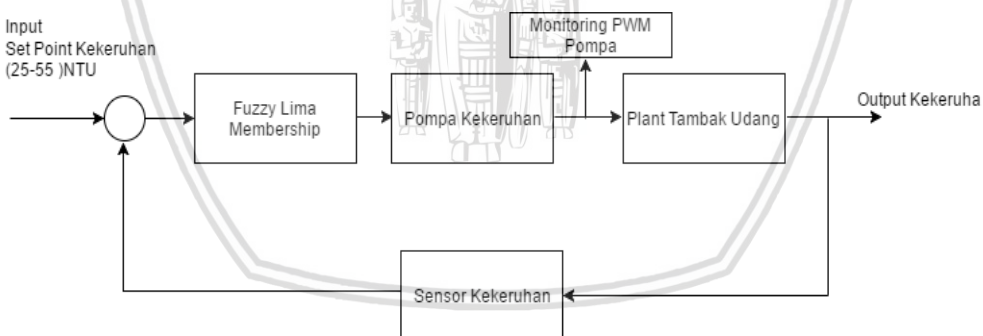
Gambar 5.39 Diagram Blok PWM Suhu Lima *Membership*

Pada gambar 5.40 di bawah ini merupakan diagram blok salinitas, dengan tingkat salinitas yang diinginkan berada pada 20-32 ppt.



Gambar 5.40 Diagram blok PWM Salinitas Lima *Membership*

Yang terakhir adalah diagram blok (lihat Gambar 5.41) untuk PWM kekeruhan air, dengan tingkat kekeruhan yang diinginkan berada pada 25-55 NTU.

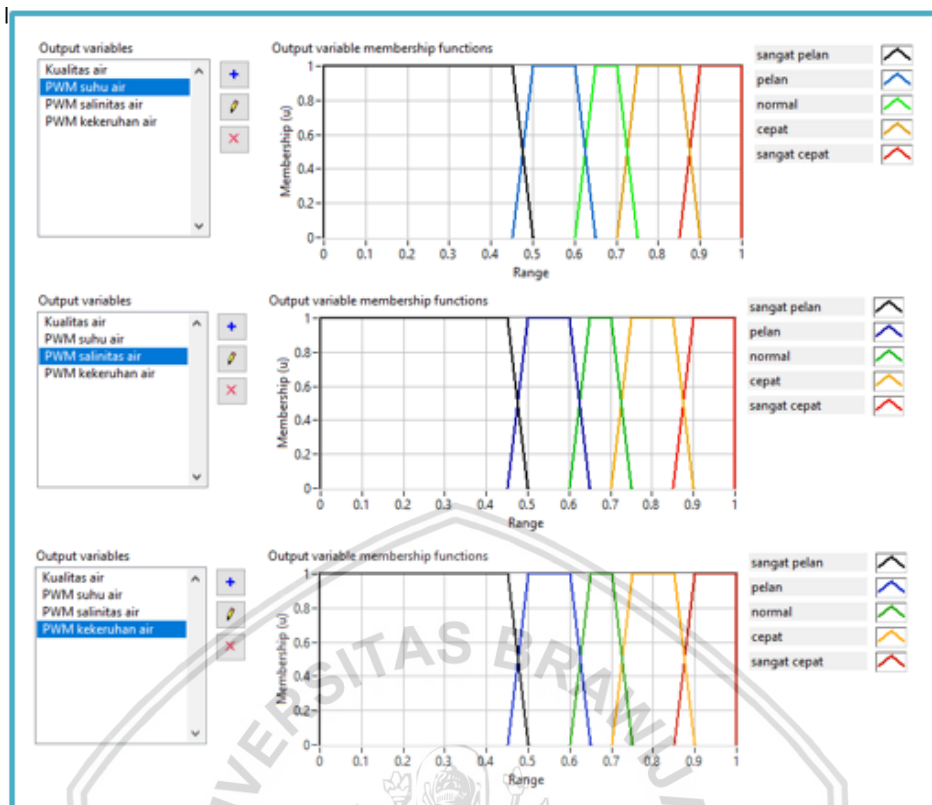


Gambar 5.41 Diagram blok PWM Kekeruhan Lima *Membership*

Diagram blok masing-masing parameter pada gambar diatas menggambarkan cara kerja sistem, ketika *output* suhu, salinitas dan kekeruhan tidak sesuai dengan *input* maka fuzzy akan terus memerintahkan pompa untuk bekerja, hinngga nilai *output* sama dengan *input*.

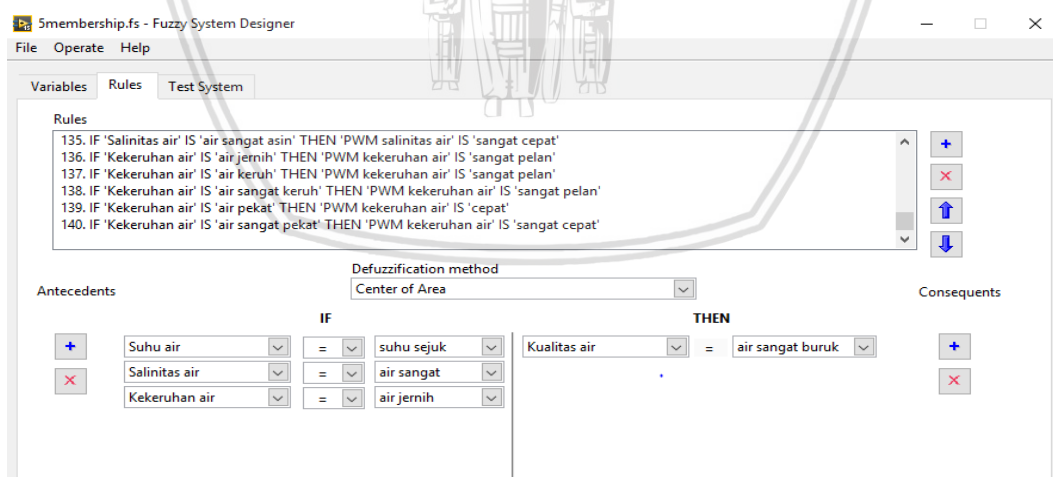
8. Implementasi Kontrol PWM *Fuzzy Lima Membership*

Pada implementasi pertama memasukan *membership* function fuzzy yang telah dirancang pada *fuzzy* sistem designer, Gambar 5.41.



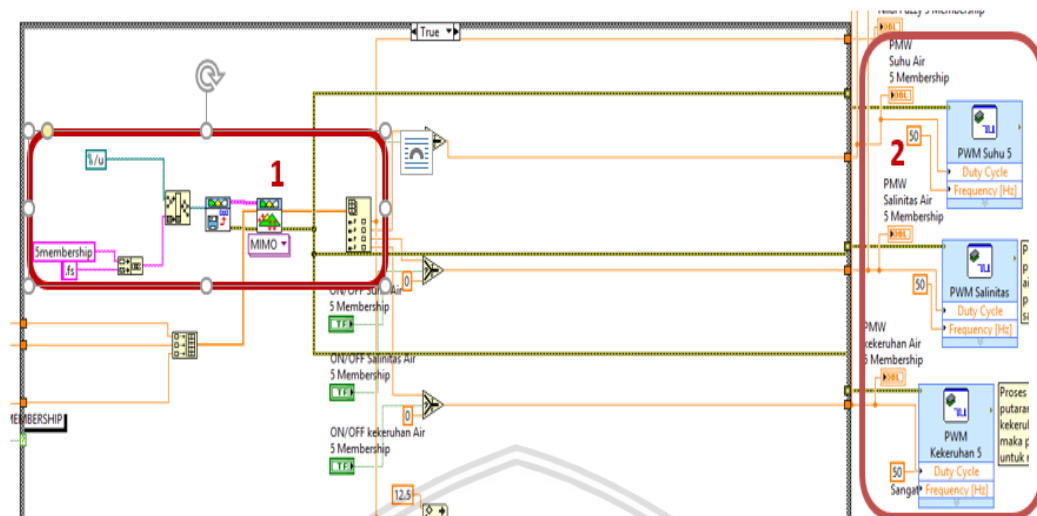
Gambar 5.42 Fuzzy Kontrol PWM Lima Membership

Pada Tabel 5.9 yang merupakan rules *fuzzy* untuk mengatur kecepatan putaran pompa air, dimasukkan pada pada *fuzzy* sistem designer. Seperti yang terlihat pada Gambar 5.43



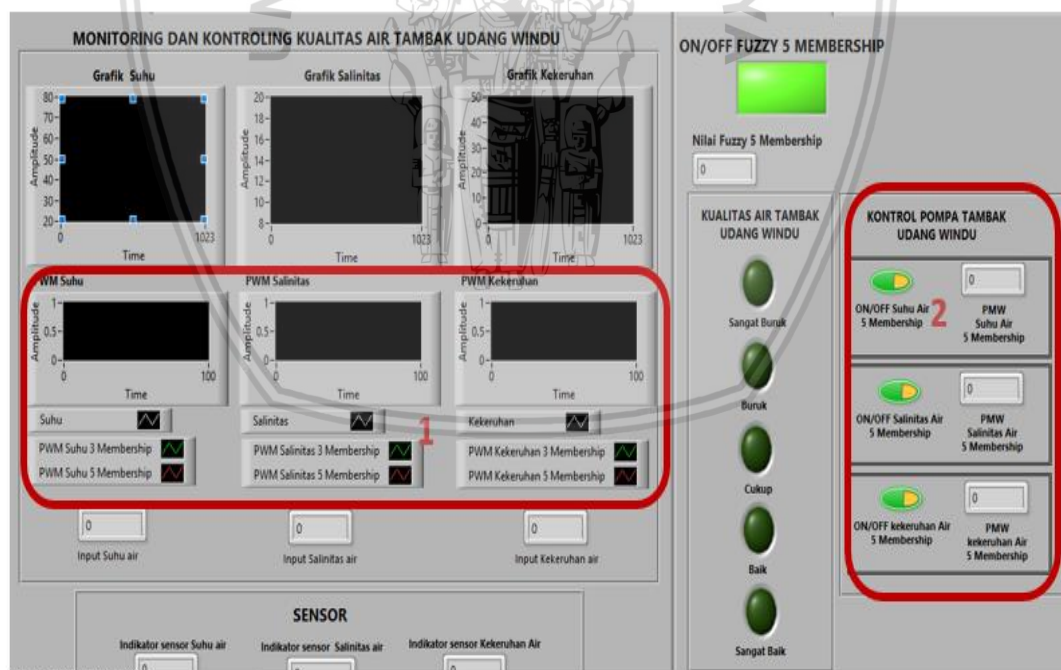
Gambar 5.43 Rules Fuzzy Sistem Designer Lima Membership

Tahap selanjutnya yaitu pembuatan program pada diagram blok LabVIEW yang pada Gambar 5.44, bagian pertama yang ditandai dengan kotak merah merupakan bagian pengambil file *fuzzy* sampai dengan mengeluarkan nilai *output* PWM, selanjutnya bagian dua merupakan bagian pengontrolan PWM pompa yang nilainya berasal dari *output fuzzy*.



Gambar 5.44 Program Output Fuzzy

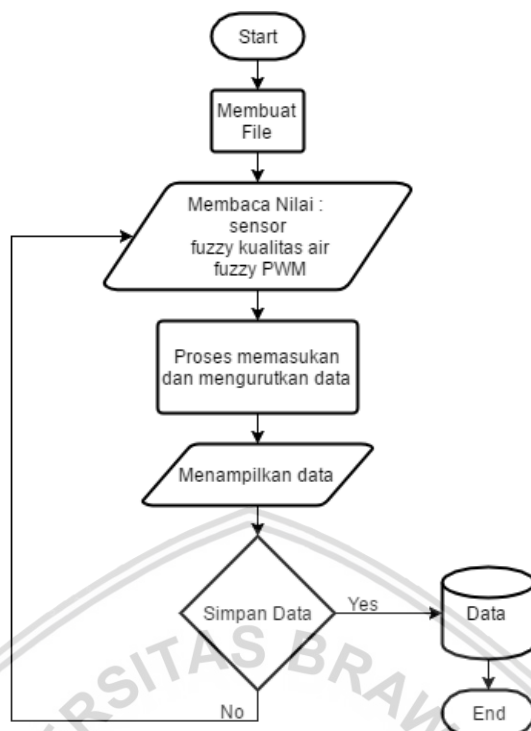
Yang terakhir adalah perancangan *interface* dari pengontrolan PWM yang telah di program pada Gambar 5.44, *interface* PWM dengan Lima *membership* dapat dilihat pada Gambar 5.45 di bawah ini. Bagian pertama yang ditandai kotak merah akan menampilkan grafik, dari hasil *output* PWM *fuzzy* pada bagian kedua.



Gambar 5.45 Interface PWM Lima Membership

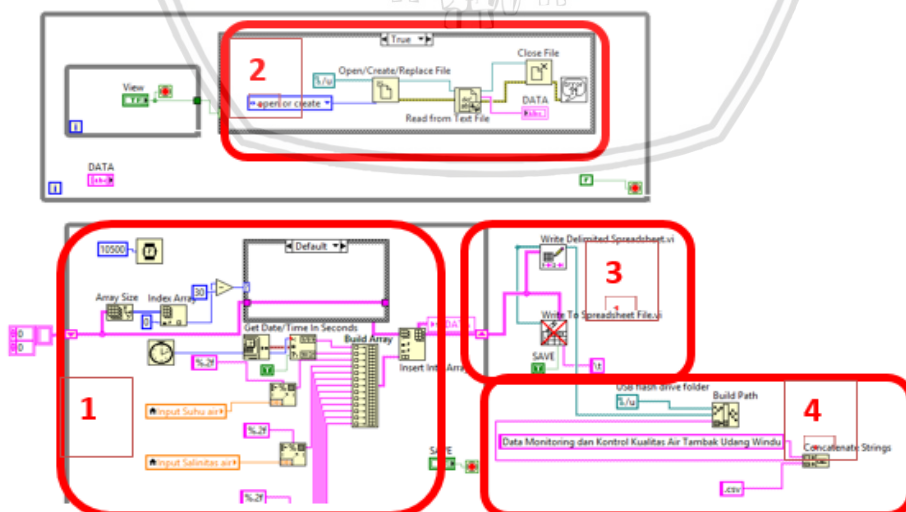
5.3.3 Perancangan dan Implementasi Penyimpanan Data

Penyimpanan data dilakukan agar user dapat mendokumentasikan data dan dapat digunakan untuk keperluan lainnya. Flowchart penyimpanan dapat dilihat pada Gambar 5.46



Gambar 5.46 Flowchart Simpan Data

Implementasi pada program dapat dilihat pada Gambar 5.28. pada program tersebut terbagi menjadi empat bagian yang tandai dengan kotak merah. Pada bagian pertama yaitu fungsi untuk membaca, memasukkan dan mengurutkan data. Pada bagian dua adalah fungsi untuk membuat file yang dimasukan pada *flashdisk*. Bagian tiga merupakan tempat untuk file dalam bentuk excel, dan yang terkahir bagian empat adalah pembuatan nama file, yang kemudian disimpan di *flashdisk*.



Gambar 5.47 Program Simpan Data

[illegible]

Gambar 5.48 *Interface* Simpan Data

BAB 6 PENGUJIAN DAN ANALISIS

Bab ini berisi tentang pengujian yang dilakukan setelah melakukan perancangan dan implementasi pada bab sebelumnya. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui perbandingan dari dua *membership* yang digunakan. Pengujian dan analisis dilakukan untuk mengetahui kualitas dari sistem yang dirancang dan mendapatkan kesimpulan dari penelitian yang dilakukan.

6.1 Pengujian Fungsional

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah perangkat dapat bekerja dengan baik.

6.1.1 Pengujian Mengambil dan Menampilkan Data Sensor

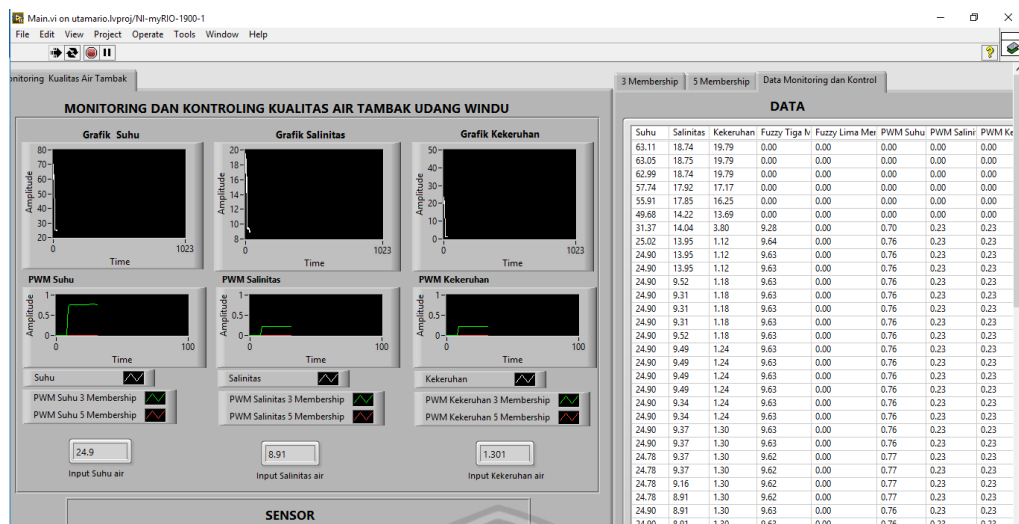
Pada pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kerja sensor. Pada bab perancangan dan implementasi telah dilakukan ADC pada sensor agar sensor dapat mengukur sesuai dengan yang diinginkan sistem. ADC dilakukan dengan mencari tegangan minimum dan maksimum pada sensor. Skenario Pengujian dapat dilihat pada Tabel 6.1.

Tabel 6.1 Prosedur Pengujian Mengambil dan Menampilkan Data Sensor

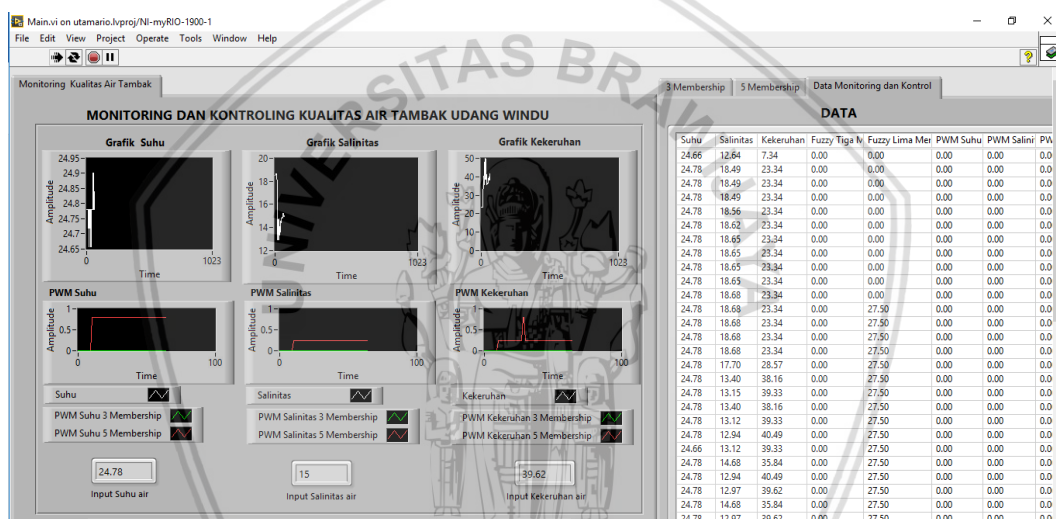
Kasus Pengujian	Mengambil data dari sensor kemudian diproses oleh myRIO-1900 dengan kalibrasi sensor dan menampilkan data sensor.
Objek Pengujian	<i>Prototype</i> tambak yang digunakan adalah sebuah bak dari plastic dengan ukuran Panjang 28 cm, lebar 20 cm, dan tinggi 13 cm.
Tujuan Pengujian	Untuk menguji hasil pengukuran sensor yang sudah di kalibrasi apakah sudah sesuai atau tidak
Prosedur Pengujian	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menyiapkan <i>prototype</i> tambak udang. 2. Menempatkan sensor pada <i>prototype</i> tambak. 3. Menghubungkan sensor suhu, salinitas dan kekeruhan air pada myRIO-1900. 4. Menjalankan sistem dan melihat data yang ditampilkan sistem pada laptop.

6.1.1.1 Hasil Pengujian

Untuk hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 6.1 dan Gambar 6.2. Gambar tersebut merupakan tampilan untuk *user* agar dapat melihat data sensor dari tiap-tiap parameter yang dijadikan dasar penentuan kualitas air tambak. Pada tampilan tersebut dapat dilihat angka dari data yang diambil sensor dan juga grafik dari data sensor.



Gambar 6.1 Interface Hasil Pengujian Data 1



Gambar 6.2 Interface Hasil Pengujian Data 2

Dari Gambar 6.1 dan Gambar 6.2 diatas dapat dilihat data-data yang diambil sensor suhu, salinitas dan kekeruhan air. Data 1 merupakan data dengan kondisi saat tambak dalam keadaan belum diberi gangguan berupa penambahan kekeruhan maupun salinitas. Sedangkan Data 2 saat air tambak diberi gangguan. Data tersebut dapat lebih jelas dilihat pada tabel 6.1 dibawah ini.

Tabel 6.2 Pengujian Waktu Stabil Sensor

DATA HASIL UJI			WAKTU STABIL (detik)
	Data 1	Data 2	
Suhu	90 detik	90 detik	180 detik
Salinitas	110 detik	155 detik	265 detik
Kekeruhan	70 detik	210 detik	280 detik
Rata-rata Waktu stabil Sensor			241.67 detik

6.1.1.2 Analisis Hasil Pengujian

Pada tabel 6.2 penulis menganalisis pengambilan data pada sensor sebelum kontrol *fuzzy* dijalankan. Dengan menggunakan delay 7 detik pada program setiap kali pengambilan data. Kondisi dilakukan dengan menambahkan garam dan pewarna secara teratur. Pada Gambar 6.1 dapat dilihat bahwa pengambilan data dengan kondisi saat *fuzzy* belum berjalan yang dilakukan sensor dengan baik.

6.1.2 Pengujian Fungsi Kontrol *Fuzzy*

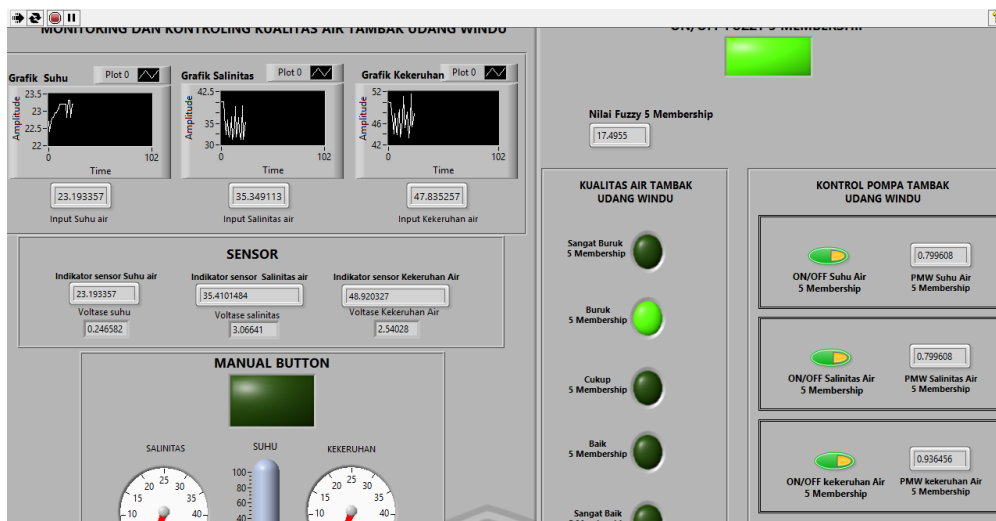
6.1.2.1 Pengujian Perbandingan Tingkat Akurasi *Membership*

Pada perbandingan tingkat akurasi yang dibandingkan adalah akurasi dari *fuzzy* tiga *membership* dengan *fuzzy* lima *membership*. Perbandingan dilakukan dengan menghitung *fuzzy* tiga *membership* dan lima *membership* secara manual. Skenario pengujian perbandingan tingkat akurasi terdapat pada tabel 6.2.

Tabel 6.3 Prosedur Pengujian Perbandingan Akurasi

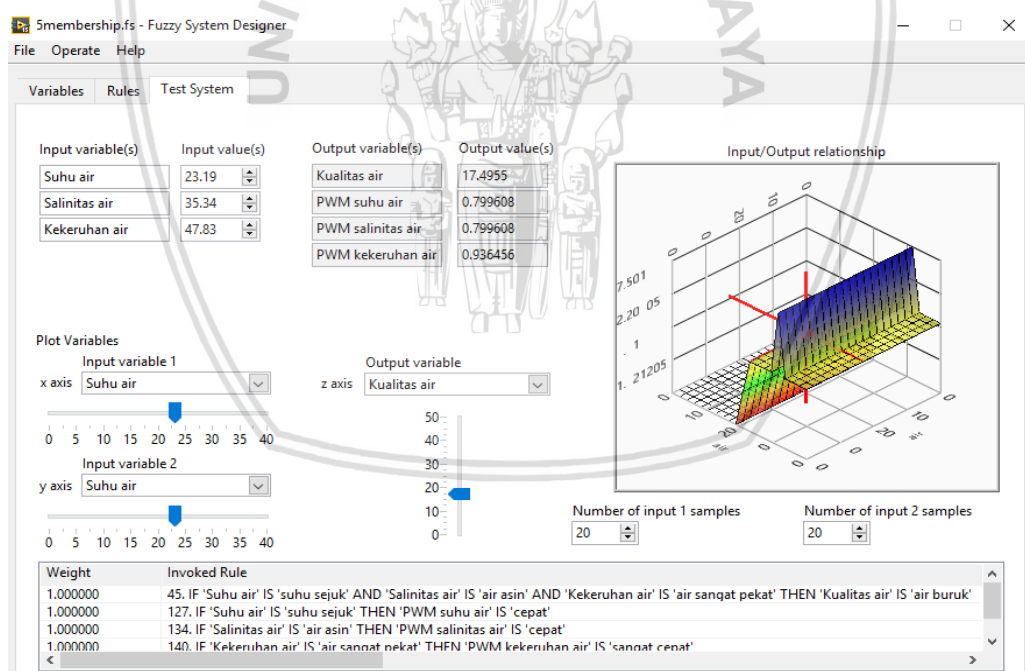
Kasus Pengujian	Membandingkan tingkat akurasi pada <i>fuzzy</i> tiga <i>membership</i> dan lima <i>membership</i>
Objek Pengujian	<i>Prototype</i> tambak yang digunakan adalah sebuah bak dari plastic dengan ukuran Panjang 28 cm, lebar 20 cm, dan tinggi 13 cm.
Tujuan Pengujian	Untuk menguji perbandingan tingkat akurasi tiga <i>membership</i> dan lima <i>membership</i> dengan perhitungan manual
Prosedur Pengujian	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menyiapkan <i>prototype</i> tambak udang. 2. Menempatkan sensor pada <i>prototype</i> tambak. 3. Menghubungkan sensor suhu, salinitas, kekeruhan air dan <i>flashdisk</i> pada myRIO-1900. 4. Menjalankan sistem dan melihat data yang ditampilkan sistem pada laptop. 5. Menjalankan <i>membership</i> tiga dan lima pada <i>fuzzy</i> sistem designer 6. Melakukan perhitungan <i>fuzzy</i> manual dengan excel.

Pengujian *membership* pada sistem dilakukan dengan menggunakan *fuzzy system designer*. Sampel data yang dipakai saat pengujian terdapat pada Gambar 6.3. pada Gambar 6.3 *fuzzy* yang dipakai saat itu adalah lima *membership* dengan hasil kualitas air bernilai buruk.

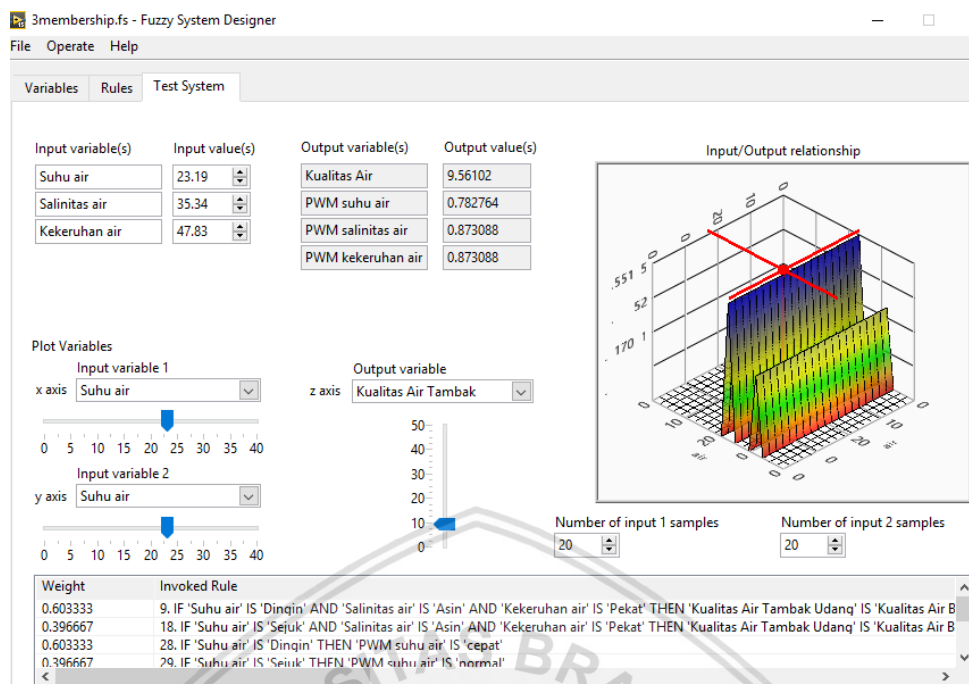


Gambar 6.3 Pengujian Fuzzy

yang kemudian penulis pastikan lagi dengan menggunakan *fuzzy* sistem designer Gambar 6.4. pada gambar tersebut dapat dilihat bahwa data sensor dan hasil *fuzzy output* pada Gambar 6.3 menghasilkan nilai yang sama. Sehingga untuk pengukuran *fuzzy* tiga *membership* juga dilakukan dengan *fuzzy sistem designer* yang terdapat pada Gambar 6.4



Gambar 6.4 Fuzzy Sistem Designer Lima Membership



Gambar 6.5 Fuzzy Sytem Designer Tiga Membership

Perhitungan manual dilakukan sesuai tahap-tahap pada bab dua tinjauan pustaka tentang logika fuzzy. Penulis menghitung dengan menggunakan excel, seperti yang terlihat pada potongan Gambar 6.6 dan Gambar 6.7. Pada Gambar 6.6 merupakan perhitungan manual fuzzy dengan menggunakan lima membership, sedangkan pada Gambar 6.7 perhitungan fuzzy dengan tiga membership.

SUHU		SALINITAS		KEKERUHAN		KESIMPULAN		a Predikat METODE MIN	
23.19		35.34		47.83					
dingin		0 tawar		0 jernih		0 sangat buruk			
dingin		0 tawar		0 keruh		0 sangat buruk			
dingin		0 tawar		0 sangat keruh		0 buruk			
sejuk		1 asin		1 pekat		0 lumayan bagus			
sejuk		1 asin		1 sangat pekat		1 buruk			
sejuk		1 sangat asin		0 jernih		0 buruk			
sejuk		1 sangat asin		0 keruh		0 lumayan bagus			
METODE MAX		Mencari nilai tertinggi dari metode Min		1 (Mau kesimpulan Buruk)					
Kesimpulan Sangat Buruk									
Kesimpulan Buruk		((15+17+18+19+21)*1)/5		Hasil Total		18			
Kesimpulan Cukup									
Kesimpulan Baik									
Kesimpulan Sangat Baik									

Gambar 6.6 Perhitungan Manual Fuzzy 5 Membership

SUHU	SALINITAS	KEKERUHAN	KESIMPULAN	a Predikat METODE MIN
23.19	35.34	47.83		
dingin	0.60333 tawar	0 jernih	0 buruk	0
dingin	0.60333 tawar	0 keruh	0 buruk	0
dingin	0.60333 tawar	0 pekat	1 buruk	0
dingin	0.60333 payau	0 jernih	0 buruk	0
dingin	0.60333 payau	0 keruh	0 sedang	0
dingin	0.60333 payau	0 pekat	1 buruk	0
dingin	0.60333 asin	1 jernih	0 buruk	0
dingin	0.60333 asin	1 keruh	0 buruk	0
dingin	0.60333 asin	1 pekat	1 buruk	0.60333
sejuk	0.39667 tawar	0 jernih	0 buruk	0
METODE MAX	Mencari nilai tertinggi metode Min	0.60333		
buruk	$((17+18+19+7+1+2)*0.60333)/3.61$	HASIL TOTAL	13.8716	
cukup				
bagus				

Gambar 6.7 Perhitungan Manual *Fuzzy 3 Membership*

Tabel 6.4 Kondisi Tambak Udang

SUHU	SALINITAS	KEKERUHAN
23.19 °C	35.34 ppt	47.83 NTU

Tabel 6.5 Pengujian Akurasi

Output Fuzzy	3 Membership	Manual	5 Membership	Manual
Kualitas air	9.26	13.87	17.49	18
Error	3.22		0.51	

6.1.2.1.1 Analisis Hasil Pengujian

Dari hasil pengujian yang dilakukan pada Tabel 6.5, dari data yang berasal dari *fuzzy* dengan tiga *membership* mempunyai perbedaan atau error 3.22 saat diihitung secara manual, sedangkan *fuzzy* lima *membership* mempunyai error 0.51. Sehingga dapat dikatakan bahwa *output fuzzy* dengan menggunakan lima *membership* lebih akurat dibanding dengan menggunakan *fuzzy* tiga *membership*. dokumentasi dari pengujian dapat dilihat pada Gambar 6.3. Data pada Tabel 6.3 berasal dari pengujian yang dilakukan penulis menggunakan 5 *membership*, yang dipastikan dengan perhitungan test sistem pada *fuzzy* sistem designer. Pada perhitungan manual penulis menggunakan excel untuk menghitung *fuzzy*.

Contoh perhitungan manual fuzzy dengan menerapkan tiga membership dengan bentuk kurva trapezium.

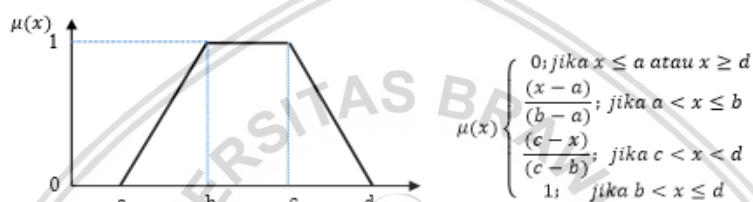
Diketahui : suhu 23.19 derajat celcius

Salinitas 35.34 ppt

Kekeruhan 47.83 NTU

Nilai pada kurva trapezium untuk setiap anggota himpunan fuzzy:

- Nilai suhu : a=22, b=25, c=30, d=32
- Nilai Salinitas : a=15 b=20 c=36, d=37
- Nilai Kekeruhan : a=20, b=30, c=50, d=60
- Nilai Kualitas air tambak : a=17, b=20, c=35, d= 40



Gambar 6.8 Kurva Trapezium

Sumber: (Restuputri & Dyah A.P., 2014)

Kemudian melakukan perhitungan derajat keanggotaan fuzzy

- Suhu = 23 derajat celcius masuk ke dalam himpunan dingin dan sejuk, sehingga :

$$\text{Dingin} \frac{b-x}{b-a} = \frac{25-23.19}{25-22} = 0.603333$$

$$\text{Sejuk} \frac{x-a}{b-a} = \frac{23.19-22}{25-22} = 0.39667$$

- Salinitas = 35.34 ppt masuk kedalam himpunan payau, sehingga:

$$\text{Payau} = 1$$

- Kekeruhan = 47.83 NTU masuk ke dalam himpunan pekat, sehingga:

$$\text{Pekat} = 1$$

Kemudian dimasukkan ke semua rule yang ada seperti pada Gambar 6.9 dibawah ini. Pada kolom a predikat metode min dapat diketahui bahwa dari setiapi rule diambil nilai terkecil.

	SUHU		SALINITAS		KEKERUHAN		KESIMPULAN	a Predikat METODE MIN
	23.19		35.34		47.83			
dingin	0.60333	tawar		0	jernih	0	buruk	0
dingin	0.60333	tawar		0	keruh	0	buruk	0
dingin	0.60333	tawar		0	pekat	1	buruk	0
dingin	0.60333	payau		0	jernih	0	buruk	0
dingin	0.60333	payau		0	keruh	0	sedang	0
dingin	0.60333	payau		0	pekat	1	buruk	0
dingin	0.60333	asin		1	jernih	0	buruk	0
dingin	0.60333	asin		1	keruh	0	buruk	0
dingin	0.60333	asin		1	pekat	1	buruk	0.60333
sejuk	0.39667	tawar		0	jernih	0	buruk	0
sejuk	0.39667	tawar		0	keruh	0	sedang	0
sejuk	0.39667	tawar		0	pekat	1	bagus	0
sejuk	0.39667	payau		0	jernih	0	sedang	0
sejuk	0.39667	payau		0	keruh	0	bagus	0
sejuk	0.39667	payau		0	pekat	1	bagus	0
sejuk	0.39667	asin		1	jernih	0	sedang	0
sejuk	0.39667	asin		1	keruh	0	bagus	0
sejuk	0.39667	asin		1	pekat	1	bagus	0.39667
panas	0	tawar		0	jernih	1	buruk	0
panas	0	tawar		0	keruh	0	buruk	0
panas	0	tawar		0	pekat	0	buruk	0
panas	0	payau		0	jernih	1	buruk	0
panas	0	payau		0	keruh	0	sedang	0
panas	0	payau		0	pekat	0	buruk	0
panas	0	asin		1	jernih	1	buruk	0
panas	0	asin		1	keruh	0	buruk	0
panas	0	asin		1	pekat	1	buruk	0

Gambar 6.9 Nilai Min

Setelah diambil nilai min atau nilai terkecil, pada Gambar 6.10 diambil nilai max atau terbesar dari daftar nilai min yang ada. Dari daftar tersebut dapat diketahui bahwa nilai terbesar adalah 0.60333 yang ditandai dengan warna hijau. Nilai 0.60333 masuk pada kolom kesimpulan buruk.

	SUHU		SALINITAS		KEKERUHAN		KESIMPULAN	a Predikat METODE MIN
	23.19		35.34		47.83			
dingin	0.60333	tawar		0	jernih	0	buruk	0
dingin	0.60333	tawar		0	keruh	0	buruk	0
dingin	0.60333	tawar		0	pekat	1	buruk	0
dingin	0.60333	payau		0	jernih	0	buruk	0
dingin	0.60333	payau		0	keruh	0	sedang	0
dingin	0.60333	payau		0	pekat	1	buruk	0
dingin	0.60333	asin		1	jernih	0	buruk	0
dingin	0.60333	asin		1	keruh	0	buruk	0
dingin	0.60333	asin		1	pekat	1	buruk	0.60333
sejuk	0.39667	tawar		0	jernih	0	buruk	0
sejuk	0.39667	tawar		0	keruh	0	sedang	0
sejuk	0.39667	tawar		0	pekat	1	bagus	0
sejuk	0.39667	payau		0	jernih	0	sedang	0
sejuk	0.39667	payau		0	keruh	0	bagus	0
sejuk	0.39667	payau		0	pekat	1	bagus	0
sejuk	0.39667	asin		1	jernih	0	sedang	0
sejuk	0.39667	asin		1	keruh	0	bagus	0
sejuk	0.39667	asin		1	pekat	1	bagus	0.39667
panas	0	tawar		0	jernih	1	buruk	0
panas	0	tawar		0	keruh	0	buruk	0
panas	0	tawar		0	pekat	0	buruk	0
panas	0	payau		0	jernih	1	buruk	0
panas	0	payau		0	keruh	0	sedang	0
panas	0	payau		0	pekat	0	buruk	0
panas	0	asin		1	jernih	1	buruk	0
panas	0	asin		1	keruh	0	buruk	0
panas	0	asin		1	pekat	1	buruk	0

Gambar 6.10 Nilai Max

Setelah diketahui masuk dalam kesimpulan buruk maka proses perhitungan selanjutnya adalah

$$\text{Buruk} : \frac{(17+18+19+7+1+2) \times 0.60333}{0.60333+0.60333+0.60333+0.60333+0.60333} = 13.87$$

Nilai-nilai yang dikalikan dengan 0.60333 diambil secara acak dengan jumlah yang acak pada nilai yang berdekatan dengan derajat keanggotaan buruk 0.60333. untuk nilai yang dibagi diambil dari nilai derajat keanggotaan buruk 0.60333 yang dijumlahkan berdasarkan jumlah nilai yang diambil secara acak sebelumnya. Sehingga menghasilkan nilai 13,87 pada perhitungan manual fuzzy.

6.1.2.2 Pengujian *Kontroling* Fuzzy Pada PWM Pompa

Pengujian Kontroling pada PWM pompa yaitu untuk menguji kesesuaian nilai pada *fuzzy* dengan cepat atau lambatnya putaran pompa air, sehingga besar air yang keluar dapat terlihat.

Tabel 6.6 Prosedur Pengujian *Fuzzy* PWM Pompa

Kasus Pengujian	Pengujian kesesuaian <i>fuzzy output</i> pada PWM pompa air.
Objek Pengujian	Pompa air yang terdapat dalam <i>prototype</i> tambak bak plastik dengan ukuran Panjang 28 cm, lebar 20 cm, dan tinggi 13 cm.
Tujuan Pengujian	Untuk menguji Kesesuaian <i>Output Fuzzy</i> terhadap besar kecilnya air yang keluar dari pompa.
Prosedur Pengujian	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menyiapkan <i>prototype</i> tambak udang. 2. Menempatkan sensor pada <i>prototype</i> tambak. 3. Menghubungkn sensor suhu, salinitas, kekeruhan air dan <i>flashdisk</i> pada myRIO-1900. 4. Menjalankan sistem dan melihat data yang ditampilkan sistem pada laptop. 5. Mengubah-ubah nilai data untuk melihat <i>output fuzzy</i>. 6. Dokumentasikan perubahan besar-kecilnya air yang keluar dari pompa 7. Bandingkan <i>fuzzy</i> dan besar kecilnya air yang keluar.

6.1.2.2.1 Analisis Hasil Pengujian

Hasil pengujian PWM pompa air dapat dilihat pada Tabel.6.7, Pengujian dilakukan dengan menggunakan empat sampel data yang terdiri dari, sampel *fuzzy* lima *membership* sebanyak dua buah dan tiga membserhip sebanyak dua buah. Dari Tabel 6.6 dapat diketahui bahwa kontrol *fuzzy* terhadap PWM pompa air dapat bekerja dengan baik. Angka 0.22 pada PWM akan menonaktifkan pompa air. Angka tertinggi yang keluar adalah 0.87 dengan keluaran air yang besar.

Tabel 6.7 Hasil Pengujian *Fuzzy Output* PWM Pompa

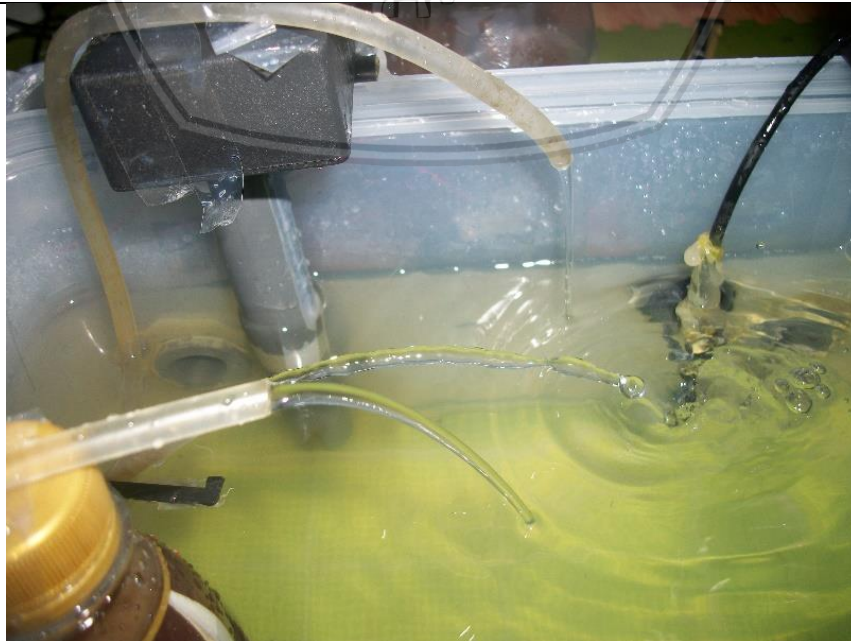
SAMPel DATA		MEMBERSHIP	OUTPUT FUZZY PWM
Suhu	20	5	0.67
Salinitas	45		0.87
Kekeruhan	45		0.87

Foto Dokumentasi



SAMPel DATA		MEMBERSHIP	OUTPUT FUZZY PWM
Suhu	28	5	0.67
Salinitas	33		0.43
Kekeruhan	33		0.43

Foto Dokumentasi



SAMPel DATA		MEMBERSHIP	OUTPUT FUZZY PWM
Suhu	28	3	0.7
Salinitas	33		0.87
Kekeruhan	33		0.22

Foto Dokumentasi



SAMPel DATA		MEMBERSHIP	OUTPUT FUZZY PWM
Suhu	33	3	0.7
Salinitas	23		0.22
Kekeruhan	30		0.22

Foto Dokumentasi



6.1.2.3 Pengujian Waktu Eksekusi dan Hasil Kualitas Air

Pengujian waktu eksekusi merupakan pengujian saat *fuzzy* mulai berjalan untuk mengukur kondisi tambak sampai *fuzzy* selesai bekerja pada keadaan kualitas air tambak dalam keadaan baik atau sangat baik. Pengujian dilakukan dengan memberikan gangguan pada air yang jernih berupa pewarna. Prosedur pengujian waktu eksekusi dapat dilihat pada Tabel 6.8.

Tabel 6.8 Prosedur Pengujian Waktu Eksekusi *Fuzzy*

Kasus Pengujian	Membandingkan tingkat akurasi pada <i>fuzzy</i> tiga <i>membership</i> dan lima <i>membership</i>
Objek Pengujian	<i>Prototype</i> tambak yang digunakan adalah sebuah bak dari plastic dengan ukuran Panjang 28 cm, lebar 20 cm, dan tinggi 13 cm.
Tujuan Pengujian	Untuk menguji Kesesuaian <i>Output Fuzzy</i> terhadap besar kecilnya air yang keluar dari pompa.
Prosedur Pengujian	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menyiapkan <i>prototype</i> tambak udang. 2. Menempatkan sensor pada <i>prototype</i> tambak. 3. Menghubungkan sensor suhu, salinitas, kekeruhan air dan <i>flashdisk</i> pada myRIO-1900. 4. Memberikan gangguan pada air yang jernih berupa pewarna. 5. Menjalankan sistem dan melihat data yang ditampilkan sistem pada laptop. 6. Mengukur waktu yang butuhkan <i>fuzzy</i> untuk bekerja. 7. Bandingkan hasil <i>fuzzy</i> yang telah diukur waktunya.

6.1.2.3.1 Analisis Hasil Pengujian

Hasil pengujian waktu eksekusi dapat dilihat pada Tabel 6.9 dibawah ini. Pengujian dilakukan untuk menguji waktu *fuzzy* dalam menyaring air pada tambak. Dari hasil pengujian yang dilakukan pada Tabel 6.8 dapat diketahui bahwa kontrol kualitas air dapat berjalan, tetapi butuh waktu yang sangat lama untuk mencapai kualitas yang lebih baik. Pada *membership* tiga dan lima dengan waktu pengujian yang disamakan yaitu kurang lebih 24 jam kualitas air dapat berubah menjadi lebih baik dari sebelumnya hal itu dapat dilihat pada perubahan warna air yang terlihat pada Tabel 6.10 dibawah ini. Perubahan awal pada warna adalah air agak kehitaman karena terkena pengaruh dari karbon aktif (arang). Setelah di *filter* beberapa lama maka karbon aktif yang tadinya membuat warna air kehitaman menjadi lebih baik ditandai dengan perubahan warna air.

Tabel 6.9 Hasil Pengujian Waktu Eksekusi

Membership	Sebelum Filter		Sesudah Filter		Waktu
3	Suhu	22.05°C	Suhu	23.55°C	± 24 Jam
	Salinitas	35.54 ppt	Salinitas	31.1 ppt	
	Kekeruhan	40.06 NTU	Kekeruhan	36.2 NTU	
	Kualitas air (fuzzy output)	9.80 (Buruk)	Kualitas air (fuzzy output)	19.673 (Cukup)	
5	Suhu	26.56°C	Suhu	28.1°C	± 24 Jam
	Salinitas	39.1 ppt	Salinitas	34.1 ppt	
	Kekeruhan	55.32 NTU	Kekeruhan	35 NTU	
	Kualitas air (fuzzy output)	24.85 (Cukup)	Kualitas air (fuzzy output)	26.276 (Baik)	

6.1.3 Pengujian Simpan Data

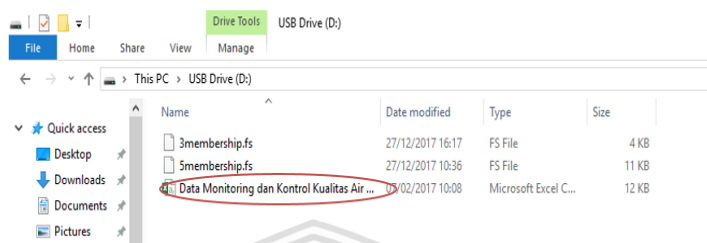
Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa data yang diambil oleh sensor dan *output fuzzy* yang dikeluarkan dapat tersimpan dengan baik pada USB. Prosedur pengujian simpan data dapat dilihat pada tabel 6.10 di bawah ini.

Tabel 6.10 Prosedur Pengujian Penyimpanan Data

Kasus Pengujian	Pengujian penyimpanan data
Objek Pengujian	Pompa air yang terdapat dalam <i>prototype</i> tambak bak plastik dengan ukuran Panjang 28 cm, lebar 20 cm, dan tinggi 13 cm.
Tujuan Pengujian	Untuk penyimpanan data sistem yang diambil oleh sensor dan kontrol kualitas air pada tambak udang
Prosedur Pengujian	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menyiapkan <i>prototype</i> tambak udang. 2. Menempatkan sensor pada <i>prototype</i> tambak. 3. Menghubungkkn sensor suhu, salinitas, kekeruhan air dan <i>flashdisk</i> pada myRIO-1900. 4. Menjalankan sistem dan melihat data yang ditampilkan sistem pada laptop. 5. Pilih menu simpan penyimpanan data. 6. klik tombol simpan pada menu penyimpanan data 7. matikan sistem .ambil USB di myRIO dan hubungkan ke laptop dan lihat apakah ada data excel hasil dari penyimpanan data.

6.1.3.1 Analisis Hasil Pengujian

Hasil pengujian simpan data dapat dilihat pada Gambar 6.8 dibawah ini. Pada gambar tersebut dapat dilihat bahwa file excel tersimpan pada USB yang terhubung dengan NI myRIO-1900. Dari hasil pengujian dapat dilihat bahwa penyimpanan data *monitoring* dan kontrol kualitas air tambak udang dapat tersimpan dengan baik, walaupun format file yang tersimpan masih berantakan.



Gambar 6.11 Pengujian Simpan Data



BAB 7 PENUTUP

Bab penutup berisi kesimpulan dari pertanyaan pada rumusan masalah, setelah melakukan proses dari rekayasa kebutuhan, perancangan dan implemetasi, serta pengujian. Bab ini juga berisi saran untuk pengembangan selanjutnya.

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari rumusan masalah pada bab pendahuluan serta analisis pengujian yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan.

1. Untuk merancang sebuah sistem embedded yang dapat *memonitoring* dan mengontrol kualitas air tambak udang windu dengan metode *Fuzzy Logic Controller* menggunakan mkrokontroller NI myRIO-1900 dibutuhkan perangkat keras seperti prototipe bak tambak udang, sensor suhu LM35DZ, sensor Kekeruhan air, sensor salinitas. Pompa air DC, driver motor L298, *filter* kekeruhan air, *filter* salinitas. Kebutuhan perangkat lunak yaitu NI LabVIEW.
2. Metode *Fuzzy Logic Controller* dapat diterapkan dengan menggunakan *Fuzzy Sistem Designer* yang ada pada NI LabVIEW dengan memasukan parameter suhu, salinitas dan kekeruhan sebagai variabel *input* dan kualitas air, kecepatan *pulse width modulation* (PWM) suhu, salinitas, kekeruhan untuk mengatur pompa sebagai variabel *ouput*. Kemudian nilai-nilai yang dimasukan untuk membuat *membership function* (Himpunan Fuzzy) diambil berdasarkan nilai parameter kualitas air dari peraturan Menteri, petani tambak, dan buku tambak udang windu. Untuk pemanggilan fuzzy yang telah dibuat pada Fuzzy sistem designer menggunakan FL Load Fuzzy Sistem.vi dan FL Fuzzy Controller (MIMO).vi.
3. Tingkat akurasi yang didapatkan oleh sistem fuzzy tiga *membership* dan lima *membership* dibandingkan dengan perhitungan manual maka didapatkan hasil bahwa tingkat akurasi fuzzy lima *membership* lebih tinggi dibandingkan dengan fuzzy tiga *membership*. Untuk Pengontrolan kualitas air tambak dilakukan dengan baik oleh *fuzzy* berdasarkan pengujian yang dilakukan untuk mengontrol *pulse width modulation* pompa air meskipun pompa yang digunakan hanya memiliki voltase maksimal 6 volt. Untuk pengujian waktu eksekusi yang dilakukan selama kurang-lebih 24 jam terdapat perubahan air sehingga dapat dikatakan pengontrolan fuzzy terhadap pompa air untuk penyaringan berjalan dengan baik. Dari hasil penyaringan air diketahui bahwa *fuzzy* lima *membership* menghasilkan kualitas air yg lebih baik dibanding dengan yang fuzzy tiga *membership*. Pada fungsi simpan data, data dapat disimpan pada USB yang terhubung pada myRIO-1900.

Kekurangan dari sistem ini adalah waktu pembacaan sensor kekeruhan yang lama. Kemudian format penyimpanan data sensor yang diambil pada excel yang masih berantakan. Pompa air DC dan *filter* yang terlalu kecil juga menyebabkan penyaringan air sangatlah lama hingga kurang-lebih dari 24 jam.

7.2 Saran

Beberapa saran yang dapat penulis berikan untuk pengembangan sistem selanjutnya, antara lain sebagai berikut:

1. Menggunakan *prototype* tambak yang lebih besar agar *filter* yang digunakan lebih besar juga, sehingga dapat melakukan menyaring lebih baik lagi dalam segi kualitas penyaringan dan juga waktu penyaringann.
2. Pompa air DC yang lebih baik agar waktu untuk sistem melakukan penyaringan dapat lebih cepat.
3. Penambahan parameter kualitas air tambak seperti Ph, dan senyawa kimia lainnya dengan menggunakan sensor yang lebih baik tentunya akan sangat meningkatkan pengukuran kualitas air
4. Sistem pada penelitian ini dapat dikembangkan dengan *monitoring* dan kontrol tambak udang berbasis *web*.



DAFTAR PUSTAKA

- Amri, K. (2003). *Budidaya Udang Windu Secara Intensif*. Depok: Penerbit PT. AgroMedia Pustaka.
- Effendi, H. (2003). *Telaah Kualitas Air : Bagi Sumber Daya dan Pengelolaan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Fraden, J. (2003). *Handbook of modern sensors physics, designs, and applications* (3rd ed.). New York: Springer-Verlag.
- Ginting, R. B. (2014). Analisis fungsi Implikasi Max-Min dan Max-Prod Dalam Pengambilan Keputusan. *Citec Journal*, 1.
- Gustian, I., & Suharto, E. T. (2005). Studi penurunan salinitas air dengan menggunakan Zeolit alam yang berasal dari bengkulu. *Jurnal Gradien*, 1(1), 38-42.
- Huda, M. (2015). *Sistem kontrol dan monitoring kualitas air tambak udang menggunakan Fuzzy Logic Controlling berbasis Graphical Programming*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Indriawati, K. (2008). Pembuatan Modul Kontrol Kualitas Air Tambak Udang Sebagai Sarana Pembelajaran Perbaikan Teknik Budidaya Udang.
- Munady. (2015). *Pikiran-Rakyat*. Retrieved 11 Senin, 2017, from <http://www.pikiran-rakyat.com/ekonomi/2015/10/22/347016/potensi-industri-udang-hadapi-tiga-masalah-besar>
- Nise, N. S. (2011). *Control Systems Engineering, 6th Edition International Student Version* (6th ed.). John Wiley & Sons, Inc.
- Perikanan, K. K. (2016). *Pedoman Umum Pembersaran Udang Windu (Panaeus Monodon) dan Vaname (Litopenaeus Vannamei)*. Jakarta: Kementrian kelautan dan Perikanan.
- Rusli, M. (2017). *Dasar Perancangan Kendali Logika Fuzzy*. Malang: UB Press.
- V, B., & Moinuddin, k. (2015). Water Quality Measurement and Control from Remote Stasion for Pisiculture Using NI myRIO. *Internasional Journal of Innovative Research in Electronics and Communication (IJIREC)*, 2(4), 16-21.
- Y, A. I., A. R., & R. N. (2016). Rancang Bangun Protipe Kontrol Salinitas Air Tambak Udang Menggunakan Meotde Fuzzy dan Jaringan Nirkabel. *E-Proceeding Of Engineering, III*, 3981.

LAMPIRAN A DOKUMENTASI

